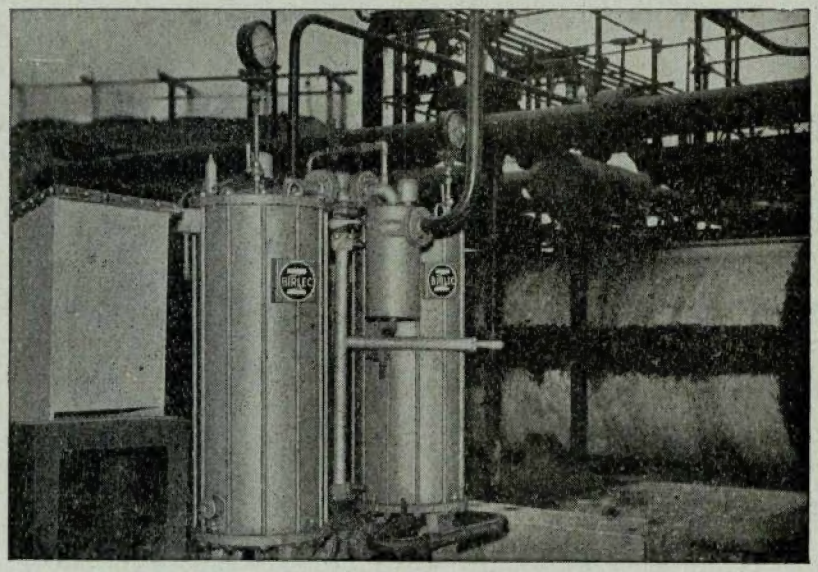
EXSICADORES "BIRLEC"...



... são os mais completos e eficientes equipamentos industriais para o controle da humidade e secagem do ar e outros gases, permitindo a obtenção dos baixos graus de humidade requeridos por um grande número de indústrias.

FABRICADOS POR:

BIRLEC BIRLEC LIMITED

BIRMINGHAM — Inglaterra

AGENTES:

Ahlers, Lindley, Limitada

Rua Ferregial de Baixo, 33-2.º
LISBOA
Telef. 21321/4

Palácio do Atlântico, 408
Praça D. João I
PORTO — Telef. 31414/5

C. D. U. 550 831

PROSPECÇÃO GRAVIMÉTRICA

O Problema da Interpretação

PELO ENG.º DE MINAS (I. S. T.) JOSÉ QUINTINO ROGADO
Bolseiro do I. A. C.

(Conclusão)

APÊNDICE

Este Apêndice refere com pormenor algumas passagens dos capítulos anteriores que, para não sobrecarregar o texto, foram aí apresentadas de forma sucinta e sem justificação. Destina-se, por isso, aos possíveis leitores exigentes e não pretende ser, de modo algum, introdução a qualquer dos assuntos já versados. Para introdução indicaremos na Referência Bibliográfica algumas obras.

A 1 — *Tec. n.º 275; pág. 42; Cap. I — 2 (Nota ao fundo da 1.ª coluna).*

«Se o ponto estiver sobre o elipsoide de referência a componente radial quase coincide com a componente normal.»

A gravidade tem evidentemente a direcção da normal ao geóide. O ângulo θ da componente radial g_r com a norma será dado por

$$\cos\theta = \frac{(\vec{g}_r, \vec{n})}{g_r} \qquad (1\text{-A})$$

Em coordenadas esféricas é

$$\vec{g}_r = g_r \cos\varphi \cos\lambda\, I + g_r \cos\varphi \operatorname{sen}\lambda\, J + g_r \operatorname{sen}\varphi\, K$$

onde I, J, K são os vectores unitários do triedro triortogonal de referência. Por outro lado, nas mesmas coordenadas, a equação do elipsóide de referência, suposto de revolução em torno de OZ, será, sendo r o raio vector,

$$\frac{r^2 \cos^2\varphi}{a^2} + \frac{r^2 \operatorname{sen}^2\varphi}{b^2} = 1 \qquad (2\text{-A})$$

Os cosenos directores da normal podem então escrever-se do seguinte modo:

$$\alpha = \frac{\cos\varphi \cos\lambda}{a^2\sqrt{\dfrac{\cos^2\varphi}{a^4} + \dfrac{\operatorname{sen}^2\varphi}{b^4}}};$$

$$\beta = \frac{\cos\varphi \operatorname{sen}\lambda}{a^2\sqrt{\dfrac{\cos^2\varphi}{a^4} + \dfrac{\operatorname{sen}^2\varphi}{b^4}}};$$

$$\gamma = \frac{\operatorname{sen}\varphi}{b^2\sqrt{\dfrac{\cos^2\varphi}{a^4} + \dfrac{\operatorname{sen}^2\varphi}{b^4}}}$$

e por (1-A) teremos:

$$\cos\theta = \frac{1}{\sqrt{\dfrac{\cos\varphi}{a^4} + \dfrac{\operatorname{sen}^2\varphi}{b^4}}} \times \left(\frac{\cos^2\varphi \cos^2\lambda + \cos^2\varphi \operatorname{sen}^2\lambda}{a^2} + \frac{\operatorname{sen}^2\varphi}{b^2}\right)$$

Ou, atendendo a (2-A)

$$\cos\theta = \frac{1}{r^2\sqrt{\dfrac{\cos^2\varphi}{a^4} + \dfrac{\operatorname{sen}^2\varphi}{b^4}}} \qquad (3\text{-A})$$

E, porque o achatamento do elipsóide é pequeno, será $a \simeq b$ e $r \simeq a$, e também, por (3-A),

$$\cos\theta \simeq \frac{a^2}{r^2} = 1$$

Isto é, $g_r \simeq g$, como se pretendia mostrar.

A 2 — *Tec. n.º 275; pág. 53; cap. I — 4.2.*

«Se a superfície S' for um plano infinito horizontal, situado entre a superfície da Terra (suposta plana) e as massas potenciantes e, considerando a semi-normal ao plano dirigida para baixo (semi-normal interior), ter-se-á

$$g_z(P) = \frac{1}{4\pi}\int_{S'}\left[-g_z(Q)\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{r}\right)_Q + \frac{1}{r}\left(\frac{\partial g_z}{\partial z}\right)_Q\right] dS' \qquad (36\text{-I})$$

E, utilizando as funções de Green, (36-I) transforme-se em

$$g_z(P) = -\frac{1}{2\pi}\int_{S'} g_z(Q)\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{1}{r}\right)_Q dS' \qquad (36'\text{I})$$

$$= \frac{1}{2\pi} \int_{S'} \frac{1}{r} \left(\frac{\partial g_z}{\partial z} \right)_Q dS' \quad (36''\text{-I}) »$$

No espaço V exterior a uma superfície fechada S', sejam U e U_1 duas funções harmónicas e regulares. Mostra-se fàcilmente [17] que, se for n a semi-normal a S' interior a V, é

$$\int_{S'} \left(U \frac{dU_1}{dn} - U_1 \frac{dU}{dn} \right) dS' = 0 \qquad (4\text{-A})$$

e também

$$U(a, b, c) = \frac{1}{4\pi} \int_{S'} \left(U \frac{d\frac{1}{r}}{dn} - \frac{1}{r} \frac{dU}{dn} \right) dS' \quad (5\text{-A})$$

sendo (a, b, c) as coordonadas de qualquer ponto P de V, e r a distância de P ao ponto corrente de S', Q (x, y, z).

Considere-se a função exterior de Green

$$G(Q, P) = \frac{1}{r} - g(Q, P)$$

onde g (Q, P) é função harmónica e regular em V. Como por definição G = 0 quando P está em S', deduz-se fàcilmente utilizando (4-A) e (5-A) que

$$U(a, b, c) = \frac{1}{4\pi} \int_{S'} U \frac{dG}{dn} dS' \qquad (6\text{-A})$$

e escolha-se

$$g = \frac{\overline{OP}}{\delta} \cdot \frac{1}{r'}$$

que é harmónica e regular em V. Quando P estiver sobre S' será por (7-A)

$$g = \frac{R}{\delta} \cdot \frac{1}{r'} = \frac{r'}{r} \cdot \frac{1}{r'} = \frac{1}{r}$$

e pondo

$$G = \frac{1}{r} - \frac{\overline{OP}}{\delta} \cdot \frac{1}{r'}$$

será G ≡ 0 quando P estiver em S'. Portanto *G é a função exterior de Green procurada.*

Utilizando (6-A) pode agora escrever-se

$$U(a, b, c) = \frac{1}{4\pi} \int_{S'} U(Q) \left(\frac{d\frac{1}{r}}{dn} - \frac{R}{\delta} \frac{d\frac{1}{r'}}{dn} \right) dS'$$

ou, atendendo a

$$\frac{d\frac{1}{r}}{dn} = -\frac{\cos\theta}{r^2} = -\frac{R^2 - r^2 - \delta^2}{2Rr^3}$$

$$\frac{d\frac{1}{r'}}{dn} = -\frac{\cos\theta}{r'^2} = -\frac{R^2 - r'^2 - \delta'^2}{2Rr'^3},$$

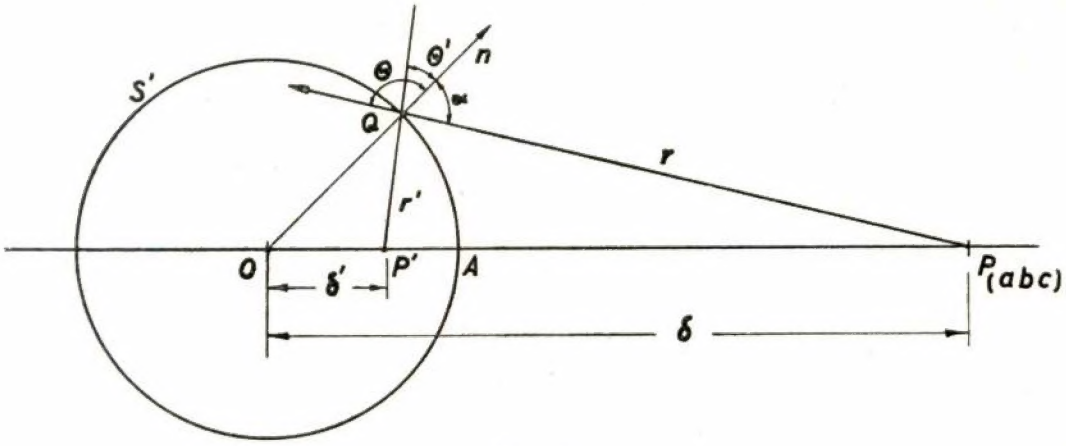


Fig. 20

Procure-se a função exterior de Green para a esfera S' de raio R recorrendo à Fig. 20, onde P' é o conjugado harmónico de P em relação a a $\overline{OP}$. Será

$$\frac{\overline{QP'}}{\overline{QP}} = \frac{R}{\overline{OP}} = \frac{R}{\delta} = \frac{r'}{r} \qquad (7\text{-A})$$

conclui-se, por transformações simples, que

$$U(a, b, c) = -\frac{1}{4\pi} \int_{S'} \frac{R^2 - \delta^2}{Rr^3} U(Q) dS' \quad (8\text{-A})$$

Vejamos como se transforma (8-A) quando o raio da esfera S' tende para infinito, isto é,

quando a esfera se transforma num plano ou ainda quando *V é o espaço semi-infinito com fronteira plana.*

Da Fig. 12 deduz-se ser $R^2 - \delta^2 = 2\,R\,r\cos\theta - r^2$ e, portanto,

$$\lim_{R \to \infty} \left(\frac{R^2 - \delta^2}{R\,r^3} \right) =$$

$$\lim_{R \to \infty} \left(\frac{2\,r\cos\theta - \frac{r^2}{R}}{r^3} \right) = \frac{2\cos\theta}{r^2}$$

Para o espaço semi-infinito será pois

$$U(a, b, c) = -\frac{1}{2\pi} \int_{S'} \frac{\cos\theta}{r^2}\, U(Q)\, dS'$$

ou, consideranfio a normal interior (coincidente agora como o vector unitário do eixo OZ),

$$U(a, b, c) = \frac{1}{2\pi} \int_{S'} \frac{\cos\theta}{r^2}\, U(Q)\, dS'$$

$$= -\frac{1}{2\pi} \int_{S'} U(Q) \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{r} \right) dS'$$

que, pondo $U = g_z$, é a expressão (36'-I) que se pretendia justificar.

Substitua-se agora 36'-I), acabada de demonstrar, em (36-I) e virá

$$-\frac{1}{4\pi} \int_{S'} g_z(Q) \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{r} \right)_Q dS' =$$

$$= \frac{1}{4\pi} \int_{S'} \frac{1}{r} \left(\frac{\partial g_z}{\partial z} \right)_Q dS'.$$

Quer dizer, as duas distribuições (de dupla e simples camada) são equivalentes. Pode pois escrever-se

$$g_z(P) = \frac{1}{2\pi} \int_{S'} \frac{1}{r} \left(\frac{\partial g_z}{\partial z} \right)_Q dS'$$

que é a expressão (36''-I).

A 3 — *Tec. n.º 275; pág. 54; Cap. I — 4. 2. 2.*

«Até então Evjen [22] calculava o primeiro gradiante vertical partindo da gravidade e usava a seguinte expressão deduzida da solução do problema de Dirichelet.

$$g_z(0, 0, 0) = -\int_0^\infty \frac{g(r, 0)}{r^2}\, dr \quad (39\text{-I})\ »$$

A gravidade é função harmónica no espaço exterior. Considere-se a solução do problema de Dirichelet para o espaço semi-infinito com fronteira S' plana. Supondo S' horizontal e utilizando a semi-normal interior, isto é, com o sentido positivo do eixo OZ, num ponto *P* acima de S', será

$$g(P) = -\frac{1}{2\pi} \int_{S'} g(Q) \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{1}{r} \right)_Q dS'$$

$$= -\frac{1}{2\pi} \int_{S'} g(Q) \frac{z}{r^3}\, dS' \qquad (9\text{-A})$$

Se o ponto P estiver no eixo OZ, (9-A) escrever-se-á em coordenadas cilíndricas

$$g(0, 0, z) = -\frac{1}{2\pi} \int_0^\infty \int_0^{2\pi} g(\rho, 0, \theta) \frac{z\,\rho\, d\rho\, d\theta}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}}$$

Pondo agora

$$g(\rho, 0) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} g(\rho, 0, \theta)\, d\theta$$

vem

$$g(0, 0, z) = -\int_0^\infty g(\rho, 0) \frac{z\,\rho\, d\rho}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}} \qquad (10\text{-A})$$

Derivado (10-A) em z no ponto P, encontra-se o primeiro gradiante vertical

$$\frac{\partial g(0, 0, z)}{\partial z} =$$

$$= -\int_0^\infty \left[\frac{1}{(\rho^2 + z^2)^{3/2}} - \frac{3\,z^2}{(\rho^2 + z^2)^{5/2}} \right] g(\rho, 0)\, \rho\, d\rho$$

$$= -\int_0^\infty g(\rho, 0) \frac{\rho^2 - 2\,z^2}{(\rho^2 + z^2)^{5/2}}\, \rho\, d\rho \qquad (11\text{-A})$$

Pois bem, fazando em (11-A) tender ρ para o plano S', isto é, z para zero, virá (39-I), como se pretendia mostrar:

$$g_z(0, 0, 0) = -\int_0^\infty \frac{g(\rho, 0)}{\rho^2}\, d\rho \qquad (39\text{-I})$$

A 4 — *Tec. n.º 276; pág. 106; cap. II*

«Além disso, sempre que a camada equivalente apresentar duas zonas contíguas com densidades de sinal contrário, poderemos transformá-la numa unica estrutura com um único contraste densitário [...]. Basta conside-

rar que uma tal estrutura, se for extensa e limitada por um plano horizontal não produzirá anomalia gravítica local. Esta, se existir, resultará apenas da ondulação da superfície que delimita o contraste densitário . . .»

Viu-se no Capítulo I que a gravidade se pode por na forma

$$\frac{\partial U}{\partial z} = -k \int_S \frac{\gamma}{r} \cos(n, z)\, dS + k \int_V \frac{1}{r} \frac{\partial \gamma}{\partial z_1} dv \qquad (33\text{-I})$$

E que ao ser $\frac{\partial \gamma}{\partial z} = 0$, isto é, quando a variação vertical da densidade for nula, era

$$\frac{\partial U}{\partial z} = -k \int_S \frac{\gamma}{r} \cos(n, z)\, dS \qquad (33'\text{-I})$$

Além disso, se a estrutura geológica que se está investigando for constituida por uma extensa formação de base de densidade diferente da das formações de cobertura, sendo plana e horizontal a superfície de separação daquela destas, será $\frac{\partial U}{\partial z} = c.^{te}$, porquanto é

$$\frac{\partial U}{\partial z} = -k\gamma \cos(n, z) \int_S \frac{1}{r} dS.$$

Quere dizer, *o campo é regional.* Só haverá campo local se a superfície de separação da duas formações for inclinada ou enrugada.

Considerando o plano médio da condulação como fronteira da configuração regional, os volumes acima daquele intervirão no campo local com campo positivo (contraste densitário positivo) e os volumes abaixo com campo negativo (contraste densitário negativo). Do ponto de vista da gravidade, a estrutura será equivalente à considerada na Fig. 7-b. A densidade da camada equivalente terá o sinal do contraste do volume correspondente, isto é, *o campo local muda de sinal sobre uma estrutura ondulada, uma vez que o campo regional tenha sido estruturado como sendo o campo produzido por formação de base delimitada superiormente pelo plano médio da ondulação.*

A 5 — *Tec. n.º 276; pág. 116; cap. IV — 2.1*

«Mas o integral (1-IV) representa, a menos um factor, a intensidade de iluminação em P provocada pela superfície S i, onde existe distribuido determinada intensidade luminosa».

A *intensidade da iluminação* provocada num ponto P pelo elemento de superfície d S suposto pontual é

$$dE = \frac{\cos(z, r)}{r^2} dI \qquad (12\text{-A})$$

onde $dI = \varepsilon\, dS$, sendo ε a *brilhança média* no elemento d S. Portanto, (12-A) transforma-se em

$$dE = \frac{\cos(z, r)}{r^2} \varepsilon\, dS \qquad (12'\text{-A})$$

A *intensidade de iluminação* em P provocada por toda a superfície S será

$$E = \int_S \frac{\cos(z, r)}{r^2} \varepsilon\, dS \qquad (13\text{-A})$$

Supondo agora a brilhança média ε constante e S plana e pondo em (13-A) $k\gamma\Delta t = \varepsilon$ chega-se à expressão (1-IV). Quere dizer, *a gravidade pode ser interpretada em termos de intensidade de iluminação.*

Esta anologia formal entre o campo gravítico de uma distribuição de simples camada e a intensidade de iluminação provocada por uma distribuição de intensidade luminosa (1) permite, como referimos no Capítulo IV, construir um modelo óptico para ensaiar indirectamente qualquer estrutura potenciante.

Com essa intenção montamos no Laboratório de Tratamento de Mineiros do Instituto Superior Técnico um modelo óptico constituído por uma caixa de 1.00 × 0.80 × 0.6 metros com as paredes interiores pintadas de cor negra e provida no fundo de um vidro despolido iluminado inferiormente por luz fluorescente. Sobre este vidro colocou-se um papel negro que o cobria inteiramente e no qual se podia abrir uma janela com a forma do estrato potenciante a ensaiar. Uns decímetros acima do vidro e dentro da caixa encontrava-se, em suporte móvel apropriado, uma célula foto-eléctrica munidade diafragma óptico variável (V. Fig. 21). Esta célula estava associada a um voltímetro que, em certa escala, media a intensidade de iluminação no ponto onde aquela se encontrava, visto que, se se fixar a abertura do diafragmo óptico, a célula que reage ao fluxo luminoso funciona como se reagisse à intensidade de iluminação.

(1) Aliás generalizável a outros casos.

O modo de utilizar o modelo óptico é muito simples. Basta abrir na cobertura do vidro despolido uma janela com a forma do estrato potenciante em ensaio, situar a célula no plano correspondente à superfície da Terra e, deslocando-a neste, realizar leituras nos nós de rede prèviamente escolhida. Do mesmo modo se procede para os restantes estratos em que se decompoz a estrutura potenciante hipotética a estudar, tendo o cuidado de realizar as leituras com a célula sempre colocado nos nós da referida rede.

Existe, evidentemente, uma relação de semelhança entre as leituras efectuadas com o modelo e o campo real, a qual depende da escala geométrica em que tenha sido construído o primeiro, do contraste densitário e altura atribuída ao estrato em estudo, da intensidade luminosa do vidro despolido (ou da brilhança média do mesmo), da escala do voltímetro e características do circuito eléctrico onde está intercalada a célula e da abertura do diafragma óptico.

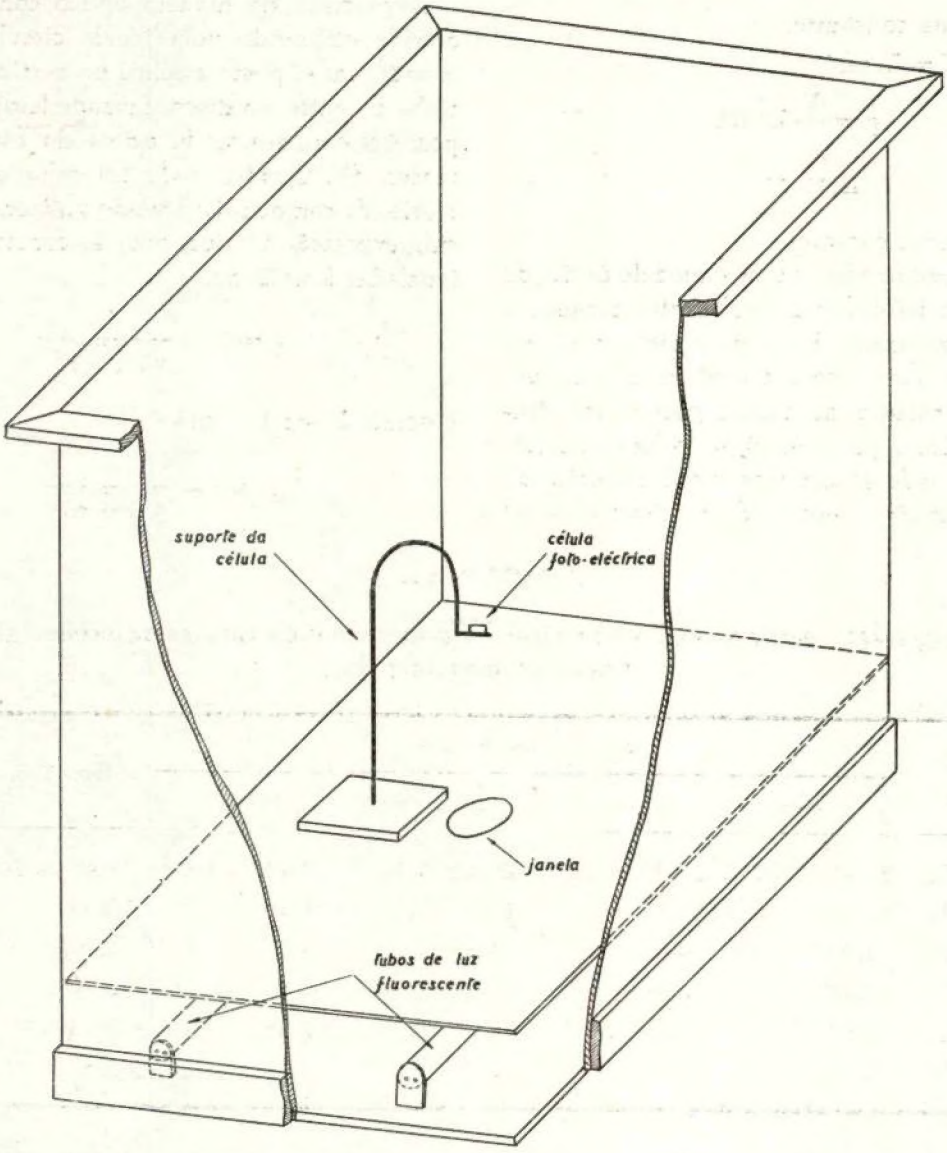


Fig. 21 - MODELO ÓPTICO

Quere dizer fixada a abertura do diafragma, a leitura do voltimetro dará, a menos um factor, a intensidade de iluminação em Lux. Se for n a relação de semelhança geométrica do modelo,

será válida a relação *campo real* $= n \times$ *campo do modelo.*

Isto é

$$\frac{n\,g}{k\gamma\Delta t} = \frac{K\,E}{\varepsilon}$$

onde K é uma constante.

Pondo $K\,E = V$ será

$$g = \frac{V}{\varepsilon} k\gamma\Delta t$$

$$= K_1\,V$$

onde K_1 é outra constante.

É, assim, muito fácil afinar o modelo óptico de modo que a leitura V do voltimetro forneça o campo real em mgal. Basta para tanto abrir no modelo uma janela com a configuração de um estrato potenciante de forma geométrica simples (um disco, por exemplo), colocar a célula num ponto onde se conheça o valor teórico do campo e regular a escala do voltimetro de tal modo que a leitura neste seja idêntica ou esteja relacionada por um simples factor com aquele valor teórico.

Além dos erros acidentais de posição, leitura e resultantes da irregular iluminação do vidro despolido, existem dois erros sistemáticos que convém eliminar. Um resulta do facto da resposta da célula poder não ser linear, quando a intensidade de iluminação ultrapassa certo valor; outro aparece, quando abrindo em excesso o diafragma, se realizam determinações de intensidade de iluminação em área de dimensões fisicamente grandes em vez de as fazer em um ponto apenas. Qualquer deles se elimina ou atenua fechando o diafragma da célula e o primeiro diminuindo a intensidade de iluminação do vidro despolido.

A precisão do modelo óptico construído foi aferida utilizando uma janela circular de raio $R = 10$ cm e, posta a célula na vertical que continha o centro do disco, fazendo leituras em seis posições com alturas h, acima do estrato, diferentes. (V. Quadro A-5, 1.ª coluna). O valor teórico do campo foi calculado utilizando a conhecida expressão teórica, onde as constantes foram igualadas à unidade,

$$g = 1 - \frac{h}{\sqrt{R^2 + h^2}}$$

e pondo $h = n\,R$, virá

$$g = 1 - \frac{n}{\sqrt{1 + n^2}}$$

QUADRO A — 5

Comparação entre os valores teóricos da gravidade e os valores experimentais obtidos no modelo óptico

Altura h	Valores Experimentais				Valores Teóricos
	1.º ensaio	2.º ensaio	3.º ensaio	Média	
R	$29{,}40 \times 10^{-2}$	$29{,}40 \times 10^{-2}$	$29{,}40 \times 10^{-2}$	$29{,}40 \times 10^{-2}$	$29{,}40 \times 10^{-2}$
2 R	12,43	11,54	10,70	11,56	10,50
3 R	5,23	4,74	4,55	4,84	5,10
4 R	2,75	2,39	2,41	2,52	2,90
5 R	1,64	1,31	1,50	1,48	2,00
6 R	1,08	0,92	1,07	1,02	1,30

O Quadro A-5 faz a comparação entre os valores experimentais e os teóricos. O cálculo do desvio quadrálico médio conduz a 0.6×10^{-2} o que mostra o rigor que, com o modelo descrito, se pode alcançar.

A 6 — *Tec. n.º 276; pág. 118; Cap. IV — 2 2,1*

«Supondo agora o contraste γ constante, o relevo será

$$[\Delta z(x, y)]^2 = + \frac{1}{2\pi\gamma k} V(Q)»$$

Por definição é a potência $p = \lim_{\Delta n \to 0} (\sigma\, d\, n)$. Ora,

supondo o relevo Δz da estrutura potenciante pequeno em face da sua profundidade, poderá escrever-se $p = \sigma \Delta z$. Mas é $\sigma = \gamma \Delta z$ e, portanto, $p = \gamma (\Delta z)^2$ ou

$$(\Delta z)^2 = \frac{1}{2 \pi \gamma k}$$

SUMARY

The constantly increasing employment of methods of Geophysical Exploration which are little known and used in Portugal, caused the writer to develop the theory of the interpretation in gravimetric methods which includes general laws to be employed in some other geophysical methods using physical fields.

In the text a special stress has been laid upon Nettleton's method for determing the density which is shown in an original and generalized form. It appears that the choice of the most conveniente density depends upon the knowledge of the coefficient b_2 of the formula

$$D^n \delta g = b_1 - b_2 D^n h$$

which alows some important conclusions.

Also with the help of the mathematical analysis, the writer approaches the influence of the constacts in the sketch of the gravimetric profiles. Indeed, the anomaly of Bouguer, being decomposed into two parts,

$$g = -k \int_s \frac{\gamma}{r} \cos (n, z) \, dS + k \int_v \frac{1}{r} \frac{\partial \gamma}{\partial z_1} \, dv$$

can be interpreted as due to one volume potential and one surface potential, wich allows to understand certains effects of the contacts.

On approaching the indirect interpretation, in the text is developped an optic analogy of the gravity field which is the basis for the construction of on original apparatus to be used in a simple and economical way for the interpretation problems.

Some exemples illustrating the manner for mapping the residual field complete the text.

AGRADECIMENTO

Queremos agradecer: à *Administração da Companhia dos Petróleos de Portugal, S. A. R. L.*, as facilidades que nos concedeu para tomarmos contacto com os métodos de Prospecção Gravimétrica e, em especial, ao *Senhor Eng.º George Hazen, Geofísico Chefe daquela Empresa*, os valiosos ensinamentos e conselhos que nos dispensou; aos *Centros de Electronia e Química da Comissão de Estudos da Energia Nuclear* o precioso auxílio prestado na montagem de um modelo óptico; ao Prof. Doutor *Sousa Nazaré* da *Universidade de Coimbra*, aos Eng.os *Fernando Abreu de Lima Freitas* e *Alfonso Lopez Arroyo* da *Compañia de Prospección Geofísica S. A.* a leitura atenta deste trabalho e as apreciações encorajantes de dele fizeram.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA (1)

Abreviaturas

B. E. R. I. — Bolletin of Earthquake Research Instituto
N. R. C. — National Research Council.
G. — Geophysics.
Ph. T. R. S. L. — Philosophical Transaction of Royal Society of London.
T. M. A. E. — Terrestrial Magnetism and Atmosphery Electricity.
T. A. I. M. M. E. — Transactions of the American Institute of Mining and Motallurgical Engineers.

1 — The Figure of the Earth — N. R. C. — 1911.
2 — H. E. Landsberg — Advances in Ceophysics — 1952
3 — M. B. Dobrin — Introduction to Geophysical Prospecting — 1952.
4 — C. A. Heiland — Geophysical Exploration — 1940.
5 — L. L. Nettleton — Geophysical Prospecting for Oil — 1940.
6 — J. J. Jakosky — Exploration Geophysics — 1950.
7 — J. H. Pratt — Ph. T. R. S. L. — 1855.
8 — C. B. Airy — Ph. T. R. S. L. — 1859.
9 — F. R. Welmert — Die Schwerkraf Und Die Massen-Verteilung der Erd — 1955.
10 — S. Hammer — Investigation of Vertical Gradient of Gravity N. R. C. — 1938.
11 — J. P. Rothé — Prospection Géophysique — 1952.
12 — G. Gassinis e P. Dove — Fundamental Tables for Reducing Gravity Observed Values — 1957.
13 — S. Hammer — Terrain Cerrection for Gravimiter Stations. G. 1939.
14 — } Hayford e Bowie — V. S. Coast Geodetic Survey
15 — } Special Publications n º 10 and n º 11 — 1912.
16 — L. L Nettleton — Determination of Density for Redution of Gravimeter Observations. G. 1939.

(1) Mencionamos apenas as obras citadas no presente trabalho. Pode encontrar-se bibliografia mais extensa, por exemplo, em Petters [21] e Nettletpn [5]. As obras [3, 4, 5 e 6] são excelentes para indução nos métodos de Prospecção Geofísica.

17 — J. Hadamard - Cours d'Analyse — 1927.
18 — A. Silveira — Teoria da Electricidade — 1941.
19 — H. A. Akermen e C. Hewitt Dix — The First Vertical Derivaty of Gravity. G. 1955.
20 — E. H. Vestine e N. Devis — Analysis and Interpretation of Geomagnetic Anomalies. T. M. A. E. 1955.
21 — L J. Petters — The Direct Approach to Magnetic Interpretation and its Pratical Application. G. 1949.
22 — H. M. Evjen — The Place of the Vertical Gradient in Gravitational Interpretation. G. 1956.
23 — T. A. Elkins — The Second Derivative Method of Gravity Interpretation. G. 1951.
24 — R. A. Henderson e I. Zietz — Computation of Second Vertical Derivatives of Geomagnetic Fields. G. 1949.
25 — T. Tsuboi e T. Fuchida — Relation betwee Gravity Values and Corresponding Subterranean Mass Distribution. B. E. R. I. 1938.
26 — G. Valiron — Théorie des Fonction — 1955.
27 — D. C. Skeels — The Ambiguity in Gravity Interpretation. G. 1947.
28 — J. J. Jakosky — The Economics of Geophysics in Mining Exploration. T. A. T. M. M. E. — 1949.
29 — C. A. Trejo — A Note on Downard Continuation of Gravity. G. 1954.
30 — D. S. Huges — The Analitic Basis of Gravity Interpretation. G. 1942.
31 — L. L. Nettleton — Regionals, Residuals and Structures. G. 1954.
32 — W. B. Agocs — Least Squares Residual Anomaly Determination. G. 1951.
33 — S. A. Swartz — Some Properties of Residual Maps. G. 1944.
34 — G. H. G. Oldham e D. B. Sutherland — Orthogonal Polynomials: Their Use in Estimating Regional Effect. G 1955.
35 — S. M. Simpson, Jr. — Least Squares Polynomial Fitting to Gravitational Data and Density Plotting by Digital Computers. G. 1954.
36 — F. S. Grant — A Theory for the Regional Correction of Potencial Field Data. G. 1954.
37 — W. Allen, Jr. — The Gravity Meter in Underground Prospecting. T. A I. M. N. I. — Março 56.

ERRATA PRINCIPAL DOS CAP. I, II, III, IV

N.º da Técnica	Pág.	Coluna	Linha	Onde se lê	Leia-se
275	40	I	4	ocasional e	ocasional,
275	40	I	5	constituindo,	constituindo
275	40	I	29	Aliado	Aliada
275	41	II	8	$\frac{k}{2 r_1^5} \sum_{(i,j,k)}^{3} x_i^2 \int_V (2 u_i^2 - u_j^2 - u_k^2)$	$\frac{k}{2 r_1^5} \sum_{(i,j,k)}^{3} x_i^2 \int_V (2 u_i^2 - u_j^2 - u_k^2) dm$
275	49	I	18	(ver Anexo)	(ver Cap. V)
275	52	I	25	$+\int_V \frac{\partial \gamma}{\partial z_1} d v =$	$+\int_V \frac{1}{r} \frac{\partial \gamma}{\partial z_1} d v =$
275	52	II	1	potencial	potenciante
275	52	II	15	de contacto quando	de contacto, quando
275	53	I	33	relacioná-las	relacioná-los
275	53	II	4	dirigido	dirigida
275	54	II	28	(40' — I)	(41' — I)
275	55	I	23	$\partial^2/\partial z^2$	$\partial^2 g/\partial z^2$
275	55	I	37	$g(r, 0) =$	$g(\gamma, \theta) =$
276	106	I	1	se conheça	se conhecesse
276	106	II	18	$\sigma(x, y) = \gamma \Delta t$, da	$\sigma(x, y) = \gamma \Delta t$,
276	106	II	20	γ é constante	γ constante
276	106	II	34	que determina	que delimita
276	107	II	5	*(Esta linha deve ser lida antes da primeira)*	
276	109	I	7	Ainda um	Ainda num
276	111	II	17, 21	$g =$	$\Delta g =$
276	111	II	28	o valor	o campo
276	112	II	1	o parêntesis	a segunda parcela do parêntesis
276	114	I	18	a leatória do	aleatória de
276	115	I	23	tem determinado	tem determinada
276	115	II	44	Capítulo VI	Apêndice — A 5
276	117	I	16	anomalia, conhecida	anomalia conhecida
276	117	I	21	subterrânea da camada	da camada
276	117	I	42	Leo Peters	Leo Petters

N.º da Técnica	Pág.	Coluna	Linha	Onde se lê	Leia-se
276	117	II	26	derivando	dividindo
276	118	I	9	$= a_0 = a_2 r^2$	$= a_0 + a_2 r^2$
276	118	I	14	$+ \frac{8}{3} a_4 h^6$	$+ \frac{8}{3} a_4 h^4$
276	118	I	30	Peters	Petters
276	118	II	30	exterpolação	extropolação
276	118	II	33	Peters	Petters
276	118	II	41	*suprimir* (Ver Apêndice)	
276	118	II	42	$p = + \frac{U(Q)}{2\pi}$	$p = + \frac{U(Q)}{2\pi k}$
276	119	I	2	relevo será:	relevo será (V. Apêndice):
279	119	I	3	$= - \frac{1}{2\pi\gamma k} U(Q)$	$= + \frac{1}{2\pi\gamma k} U(Q)$
276	200	II	22	corta	carta
276	207	I	19	Fig. 16	Fig. 17

A indústria e o comércio nacionais contribuem para a formação dos novos engenheiros

A exemplo dos anos anteriores, os alunos finalistas do I. S. T. propõem-se realizar viagens de estudo, complemento indispensável da parte escolar do seu curso, na medida em que lhes permite observação de obras de engenharia notáveis e os põe em contacto com novas técnicas.

Destinados a custear as despesas próprias dessas viagens e contribuindo, assim, para o desenvolvimento da Indústria Nacional, enviaram subsídios, que os alunos finalistas agradecem, as seguintes empresas:

António Veiga — Construções Civis	500$00
Epa — Empresa de Produtos Asfálticos	500$00
Escritório técnico de Roberto Cudell	200$00
Companhia Carris de Ferro de Lisboa	3.000$00
Lusalite — Sociedade Portuguesa de Fibrocimento	200$00
Novopca — Construtores Associados	500$00
Opca — Sociedade de Obras Públicas e Cimento Armado	500$00
René Touzet — Construções Civis e Industriais	500$00
Sociedade de Construções E. R. G.	1.000$00

C. D. U. 621.396 615.17

TÉCNICA DE IMPULSOS

CIRCUITOS FUNDAMENTAIS

PELO ENG.º ELECT. (I. S. T.) FERNANDO EDUARDO REBELO SIMÕES

Bolseiro do I. A. C.
Centro de Estudos de Electrónica
Comissão de Estudos de Energia Nuclear

(Conclusão)

2.2 — MULTIVIBRADOR MONOSTAVEL COM ACOPLAMENTO PELO CÁTODO

2.2.1 — Generalidades

Este circuito (Fig. 2-13), sob o ponto de vista funcional é absolutamente idêntico ao anterior.

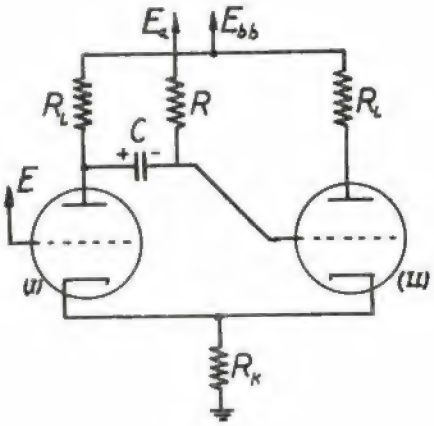


Fig. 2-13

Com efeito, tanto num como noutro se tem:

1 — Um acoplamento recíproco que possibilita a existência dum estado instável de dupla condução, necessário à inversão dos estados de corte-condução.

2 — Um acoplamento RC entre a placa de I e a grelha de II, responsável pelo estado de relaxação, em que o tubo I conduz e o II está cortado.

3 — Um acoplamento do tubo II ao tubo I por resistências, permitindo o estado estacionário estável em que I está cortado e II conduz.

4 — Uma polarização na grelha do tubo I destinada a possibilitar os estados de corte-condução do sistema.

De diferente apenas temos o processo de realizar algumas das condições anteriores. Assim:

— Quanto ao modo como é feito o acoplamento entre os tubos:

Em relação ao multivibrador monostável acoplado pela placa, suprime-se o acoplamento potenciométrico $P_2 \rightarrow G_1$ e em seu lugar introduz-se uma resistência catódica comum R_k.

— Quanto ao modo como é feita a polarização de G_1:

Em vez da polarização externa — E_c, tem-se agora uma polarização mista: externa + E e interna — e_k.

Passemos agora em revista os vários estados do circuito.

Estados de corte-condução

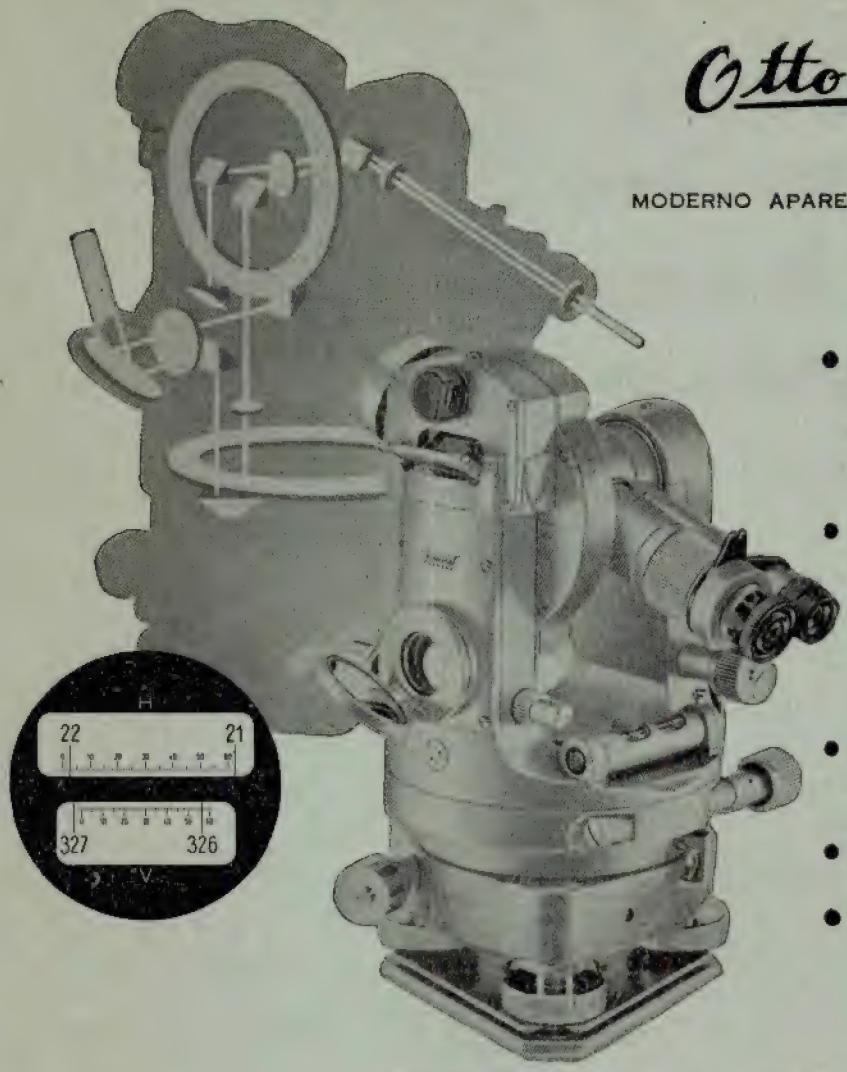
A — { tubo I cortado
tubo II a conduzir

Como dizemos acima, o acoplamento por R_k possibilita um estado estacionário, desde que no tubo condutor circule corrente de grelha. Nestas condições C ficará carregado, não à tensão de alimentação E_{bb}, mas à tensão de placa máxima $E_{bb} - R_k\ I_{b2}$, em que I_{b2} é a corrente no tubo II quando $e_{gk2} = 0$.

O corte do tubo I é assegurado pela queda de tensão catódica, descontada da tensão regulável E.

O estado transitório inicial, correspondente ao período de carga do condensador, existirá neste caso, tal como no anterior.

TEODOLITO TAQUEOMÉTRICO FTI



Otto-Fennel

MODERNO APARELHO DISPONDO DE:

- Observação simultânea dos dois limbos pelo microscópio colocado ao lado da ocular da objectiva
- Leitura por sistema directo de 1c e décimos por estimativa
- Leitura do nível vertical por coincidência
- Prumo óptico
- Grande luminosidade

Características ópticas e mecânicas

Telescópio analáctico com lente de focagem interna, retículo medidor de distância, telescópio reversível com o extremo da objectiva.

Constante de adição	zero
Constante de multiplicação	100
Comprimento do telescópio	190 mm
Abertura da objectiva	36 mm
Ampliação	28 x
Distância mínima de mira	1 m
Nível redondo	6' a 8'
Nível de reversão	30''
Nível de horizontalidade paralelo ao eixo de inclinação	40''

Nível junto ao círculo vertical legível por ajustamento da coincidência 40''. Passo circunferencial sobre círculos de vidro 360° ou 400g, de 1° ou de 1g.

Diâmetro do círculo horizontal 90 mm, do círculo vertical 70 mm

Leitura directa horizontal	1'	1c
Leitura por avaliação	1'	1c
Leitura directa vertical	0,1' = 6''	0,2c = 20cc
Leitura por avaliação	0,2' = 12''	0,25c = 25cc

Pesos: Instrumento 4,7 kg, Tripé com pés extensíveis 6,0 kg, Caixa metálica 4,0 kg

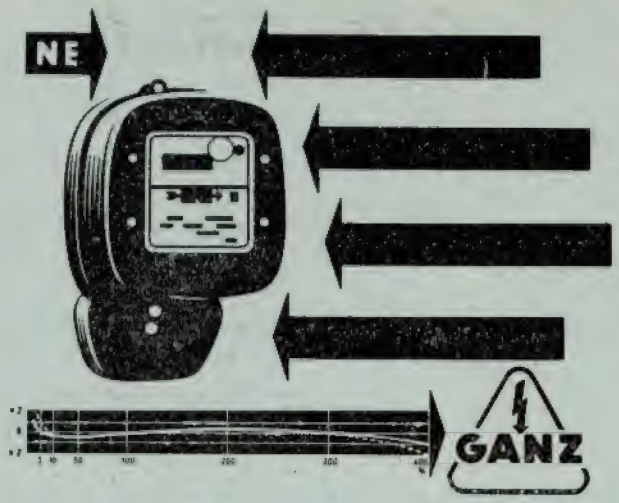
REPRESENTANTES

PAPELARIA FERNANDES — S. A. R. L.

L. DO RATO, 13 — TELEF. 68 21 31 / 37 — R. DO OURO, 145 — TELEF. 2 83 61 / 36 85 41

LISBOA

Contadores eléctricos "Ganz" monofásicos e trifásicos



Instrumento de alta precisão para medir o consumo de electricidade

VANTAGENS

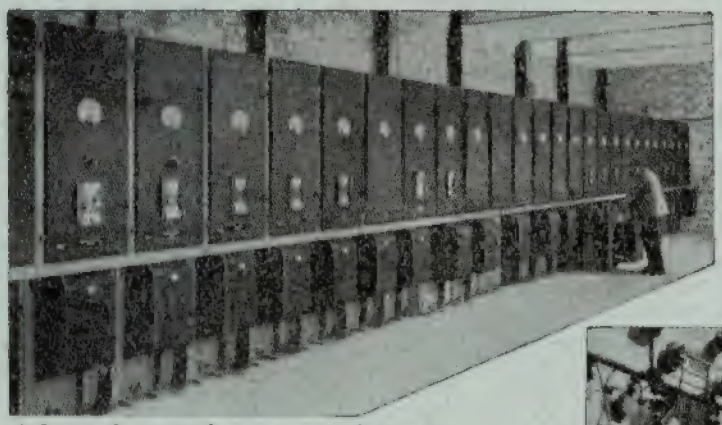
— Sistema de funcionamento de alta estabilidade.
— Exactidão máxima de medição.
— Grande independência das variações de voltagem e frequência.
— Desmontagem fácil sem necessidade de ferramentas especiais.
— Características de constância, mantendo-se sem qualquer alteração a primeira afinação mesmo a plena carga e em serviço aturado.

USINES DE COMPTEURS GANZ
Budapest — Hungria

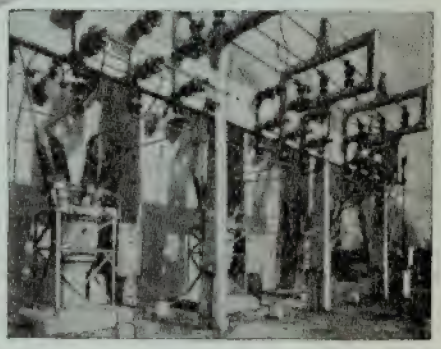
Representantes em Portugal e Províncias Ultramarinas:

J. NASCIMENTO CORDEIRO

Rua Fernandes Tomás, 439-449 — PORTO



APARELHAGEM DE CORTE



A figura da esquerda mostra um dos 4 paineis do equipamento auxiliar da Central Geradora de Rye House, B. E. A. Eastern Division, compreendendo um total de cento e catorze disjuntores em banho de óleo, de contactos verticais tipo QF, 150 MVA, 3,3 kV;

A figura da direita mostra: Parte da instalação exterior com barramento duplo de 33-KV, 1.000 MVA, da central acima, contendo disjuntores em banho de óleo do tipo JB.

THE **BRITISH THOMSON-HOUSTON** CO. LTD · WILLESDEN · ENGLAND
Member of the AEI group of companies

REPRESENTANTES GERAIS

GENERAL ELECTRIC PORTUGUESA

RUA DO NORTE, 5 – LISBOA • RUA SÁ DA BANDEIRA, 585 – PORTO

A 4628

B — { tubo I a conduzir
tubo II cortado

Neste estado, a única diferença em relação ao circuito anterior reside apenas na inclusão de R_k no circuito de descarga de C.

Estados de dupla condução

A maneira por que é feito o acoplamento permite esperar uma acção regenerativa, como dissemos.

Com efeito, não é só a ligação placa-grelha, como sucedia no multivibrador já estudado, que transforma a elevação da tensão duma das grelhas no abaixamento da da outra (facto necessário mas não suficiente para a citada acção regenerativa). Também um acoplamento catódico está em parte na base da mesma acção. A variação de tensão duma grelha acarretará, em virtude da queda de tensão e_k, uma variação em sentido oposto na outra grelha. Para que esta acção efectue um ciclo completo, no entanto, uma das ligações placa-grelha subsiste ainda neste tipo de multivibrador. O acoplamento catódico não bastaria, como é evidente.

Dissemos atrás que estas ligações constituiam uma condição necessária, mas não suficiente. O complemento a esta condição, que lhe empresta o carácter de suficiência, será dado pelo critério de Nyquist. No entanto, tal como fizemos para o outro tipo de multivibrador monostável, se admitirmos que o condensador não intervém num possível processo de transição, poderemos concluir que será condição suficiente desta, que a amplificação que um sinal numa grelha sofre até voltar ao mesmo ponto, após uma propagação completa pelo circuito, seja maior que a unidade.

Vistos os vários estados, podemos dizer que a evolução do sistema através deles é semelhante ao do caso já estudado.

Também como ali, há aqui a possibilidade do circuito perder o seu único estado estável [1] por meio da polarização E ou da resistência R_k. Se a tensão de grelha E_{gk1} correspondente a $e_{gk2} = 0$ exceder a tensão de corte E_{co}, será impossível a permanência no estado de corte, do tubo I. Este facto tem paralelo, como vimos, no dimensionamento de E_{bb}, E_c e *a*, no circuito em que o acoplamento é feito pela placa.

Nestas condições, no que respeita ao comportamento geral do sistema, é válido aqui o que se disse para o circuito anterior. O circuito funcionará como monostável em determinadas condições de polarização, e como astável, em condições diferentes. Igualmente há um limite inferior para a polarização, abaixo do qual se torna impossível o corte do tubo II.

Simplesmente, como veremos adiante, estes limites da polarização entre os quais a unidade funciona como monostável (supondo única variável a polarização E) são muito mais estreitos do que no caso do acoplamento por placa.

2.2.2 — Descrição analitica

Estados de corte-condução

A — { tubo I cortado
tubo II a conduzir

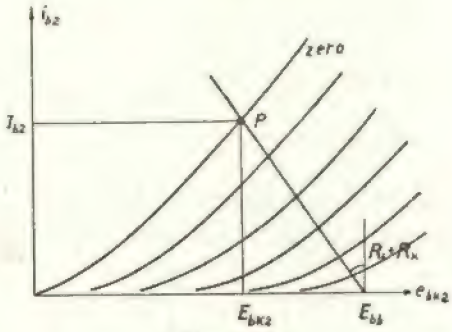


Fig. 2-14

O ponto de funcionamento do tubo II correspondente ao estado permanente obtém-se a partir das características de placa.

Teremos assim o conjunto de valores :

$$\begin{aligned} e_k &= R_k\, I_{b2} \\ e_{gk1} &= E - R_k\, I_{b2} = E_{gk1} \\ e_{gk2} &= 0 \\ e_{b1} &= E_{bb} \\ e_{b2} &= E_{bb} - R_L\, I_{b2} \\ e_C &= e_{b1} - e_{g2} = E_{bb} - R_k\, I_{b2} \end{aligned} \qquad (2\text{-}24)$$

Para que este estado seja possível deverá ser $E_{gk1} < E_{co1}$, sendo E_{co1} a tensão de corte correspondente a $e_{bk1} = E_{bb} - R_k\, I_{b2}$, isto é

[1] Um outro processo de eliminar o estado estável consistirá em usar um valor de E_a suficientemente baixo, que impeça a tensão e_{gk2} de ficar forçada ao zero. Veremos um exemplo disto no capítulo referente ao multivibrador astável acoplado pelo cátodo.

$$E < E_{max}$$

com $$E_{max} = R_k I_{b2} + E_{co1} \qquad (2\text{-}25)$$

$$B - \begin{cases} \text{tubo I a conduzir} \\ \text{tubo II cortado} \end{cases}$$

Durante este estado e_{gk1} vai variar muito pouco, devido à variação da corrente em R_k ser pequena em relação ao valor estático I_{b1}.

Este valor determina-se gràficamente atendendo a que

$$\begin{cases} e_{bk1} = E_{bb} - (R_L + R_k)\, i_{b1} \\ e_{gk} = E - R_k\, i_{b1} \end{cases}$$

para valores estacionários.

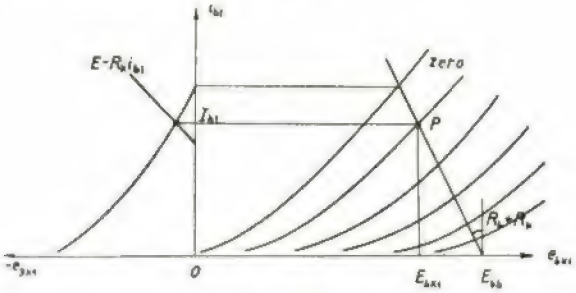


Fig. 2-15

Teremos então

$$i_{b1} - I_{b1} = g_m (R_k I_{b1} - R_k i_{b1}) + \frac{e_{bk1} - E_{bk1}}{r_{p1}} \qquad (2\text{-}26)$$

O condensador, carregado inicialmente à tensão $E_{bb} - R_k I_{b2}$, irá descarregar-se no circuito indicado.

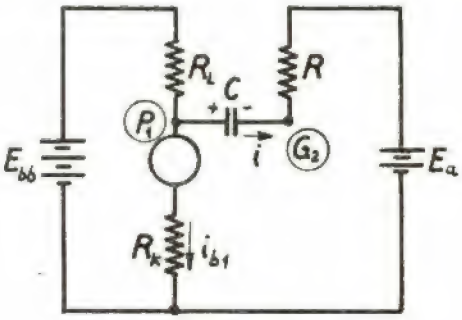


Fig. 2-16

Da Fig. 2-16 tiram-se as equações:

$$\begin{aligned} E_{bb} &= R_L i + R_L i_{b1} + e_{bk1} + R_k i_{b1} \\ E_{bb} - E_a &= R_L i + R_L i_{b1} + Ri + \frac{q}{C} \\ i &= \frac{dq}{dt} \qquad q(0) = C(E_{bb} - R_k I_{b2}) \end{aligned} \qquad (2\text{-}27)$$

Integrando o sistema (2-26), (2-27), obtêm-se as seguintes expressões:

$$\frac{q}{C} = E_{bb} - E_a - R_L I_{b1} + (E_a + R_L I_{b1} - R_k I_{b2})\, \epsilon^{-t/R'C}$$

$$i = -\frac{E_a + R_L I_{b1} - R_k I_{b2}}{R'}\, \epsilon^{-t/R'C}$$

$$i_{b1} = I_{b1} - \frac{R_L}{R'_L}\, i \simeq I_{b1}$$

$$\begin{aligned} e_{b1} &= E_{bb} - R_L I_{b1} - \frac{R_L (R'_L - R_L)}{R'_L}\, i \\ &\simeq E_{bb} - R_L I_{b1} \end{aligned} \qquad (2\text{-}28)$$

$$e_k = R_k i_{b1}$$

$$\begin{aligned} e_{g2} &= E_a + Ri \\ &\simeq E_a - (E_a + R_L I_{b1} - R_k I_{b2})\, \epsilon^{-t/R'C} \end{aligned}$$

em que

$$R' = R + \frac{R_L (R'_L - R_L)}{R'_L} \qquad (2\text{-}29)$$

$$R'_L = R_L + (1 + \mu) R_k + r_{p1}$$

As expressões (2-28) mostram que o termo variável de i_{b1} e e_{b1} é muito pequeno comparado com I_{b1} e E_{b1}, justificando assim a equação (2-26).

Este estado mantém-se enquanto o tubo II estiver cortado, ou seja, durante o período T tal que

$$e_{gk2}(T) = E_{co2} \qquad (2\text{-}30)$$

sendo E_{co2} a tensão de corte correspondente a $e_{bk2} = E_{bb} - R_k I_{b1}$.

Introduzindo em (2-30) o valor de e_{gk2} tirado de (2-28), obtém-se

$$T = R'C \log \frac{E_a + R_L I_{b1} - R_k I_{b2}}{E_a - E_{co2} - R_k I_{b1}} \qquad (2\text{-}31)$$

O estado que estamos tratando só é possível se a brusca condução de (I) levar (II) ao corte, ou seja, se

$$e_{gk2}(0) < E_{co2} \qquad (2\text{-}32)$$

Esta condição acarreta um valor mínimo para I_{b1}, dado por

$$I_{b1\,min} = \frac{R_k I_{b2} - E_{co2}}{R_L + R_k} \qquad (2\text{-}33)$$

ao qual corresponde também um valor mínimo para E, que se pode obter gràficamente da Fig. 2-15.

Notemos no entanto que para a obtenção de $I_{b1\,min}$ há que proceder por tentativas, visto que E_{co2} também depende de I_{b1}.

C — Regime transitório no início do estado A

Durante este período o condensador vai recuperar a carga perdida na relaxação. Da mesma maneira que no multivibrador monostável já estudado, vai surgir corrente de grelha no início deste estado, pelo que o circuito de carga é o seguinte (Fig. 2-17).

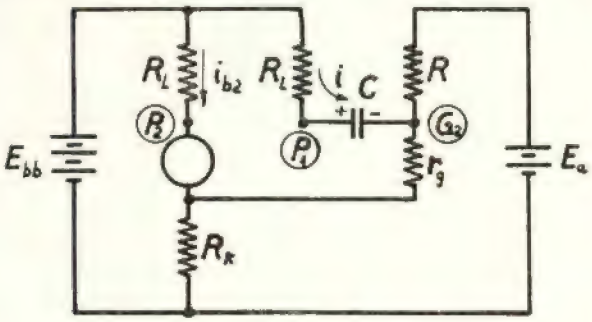


Fig. 2-17

Escrevamos as equações deste circuito:

$$E_{bb} = R_L\, i_{b2} + e_{bk2} + R_k\,(i_{b2} + i_g)$$

$$E_a = R\,(i_g - i) + r_g\, i_g + R_k\,(i_{b2} + i_g)$$

$$E_{bb} - E_a = R_L\, i + \frac{q}{C} + R\,(i - i_g) \qquad (2\text{-}34)$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

A estas equações juntaremos a equação variacional do tubo II, em que se toma para ponto de referência o ponto P da Fig. 2-14.

Este ponto, mais rigorosamente, corresponde aos valores

$$\begin{cases} E_{gk2} = r_g\, I_g = r_g\, \dfrac{E_a - R_k\, I_{b2}}{R + R_k + r_g} \\ E_{bk2} = E_{bb} - R_L\, I_{b2} - R_k\,(I_{b2} + I_g) \end{cases} \qquad (2\text{-}35)$$

Embora $E_{gk2} \simeq 0$ e $I_g \simeq 0$, a introdução de (2-35) facilita de certo modo a análise. Teremos então

$$i_{b2} - I_{b2} = g_m\, r_g\,(i_g - I_g) + \frac{e_{bk2} - E_{bk2}}{r_{p2}} \qquad (2\text{-}36)$$

Se entrarmos agora com a condição inicial referente à carga do condensador no instante zero, que vale

$$q\,(0) = C\,(e_{bk1} - e_{gk2}) = C\,(E_{bb} - R_L\, I_{b1} - R_k\, I_{b1} - E_{co2})$$
$$= C\, E_0 \qquad (2\text{-}37)$$

podemos integrar o sistema (2-34), (2-35), (2-36), obtendo as expressões:

$$\frac{q}{C} = E_{bb} - E_a + R\, I_g - (E_{bb} - E_a + R\, I_g - E_0)\, \epsilon^{-t/R_0 C}$$

$$\simeq E_{bb} - R_k\, I_{b2} - (R_L\, I_{b1} + R_k\, I_{b1} - R_k\, I_{b2} + E_{co2})\, \epsilon^{-t/R_0 C}$$

$$i \simeq \frac{R_L\, I_{b1} + R_k\, I_{b1} - R_k\, I_{b2} + E_{co2}}{R_0}\, \epsilon^{-t/R_0 C}$$

$$i_g = I_g + \frac{R\,(R_L + R_k + r_{p2})}{D}\, i$$

$$i_{b2} = I_{b2} + \frac{R\,(\mu\, r_g - R_k)}{D}\, i \qquad (2\text{-}38)$$

$$e_{b2} = E_{bb} - R_L\, I_{b2} - \frac{R\, R_L\,(\mu\, r_g - R_k)}{D}\, i$$

$$e_k = R_k\,(I_{b2} + I_g) + \frac{R R_k\,(R_L + \mu\, r_g + r_{p2})}{D}\, i$$

$$e_{b1} = E_{bb} - R_L\, i$$

$$e_{gk2} = r_g\, i_g$$

$$e_{g2} = e_{gk2} + e_k$$
$$\simeq R_k\, I_{b2} + \left[r_g + \frac{R_k\,(R_L + \mu\, r_g + r_{p2})}{R_L + R_k + r_{p2}} \right] i$$

em que

$$N = R_k\,(R + R_L)\,(\mu\, r_g - R_k) + (R_L + R_k + r_{p2}) \cdot [R\,(R_L + R_k + r_g) + R_L\,(R_k + r_g)]$$

$$D = (R + R_k + r_g)\,(R_L + R_k + r_{p2}) + R_k\,(\mu\, r_g - R_k) \qquad (2\text{-}39)$$

$$R_0 = \frac{N}{D} \simeq R_L + R_k + r_g + \frac{R_k\,(\mu\, r_g - R_k)}{R_L + R_k + r_{p2}}$$

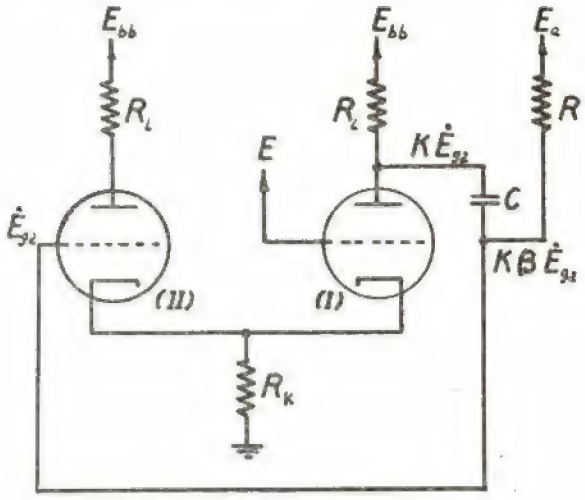


Fig. 2-18

Da mesma maneira que para os casos anteriores, vamos aplicar a este o critério de Nyquist.

Para o cálculo de $K\beta$ recorramos igualmente ao esquema equivalente, que aparece na Fig. 2-19.

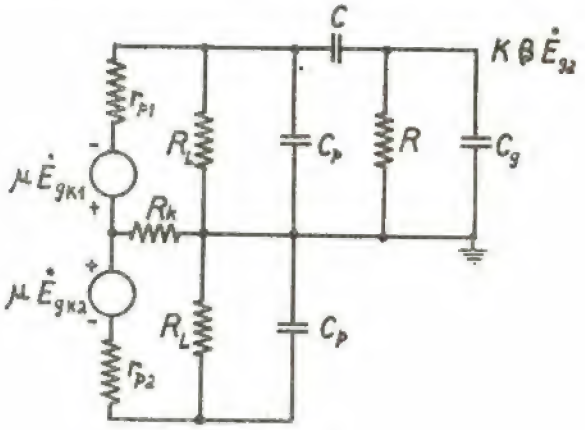


Fig. 2-19

Neste circuito, que corresponde ao caso $e_{gk2} < 0$, C_p e C_g são as capacidades de placa e de grelha dos tubos em relação à massa.

Resolvendo o circuito sob o ponto de vista das tensões complexas de frequência ω, e atendendo às relações

$$\begin{aligned} \dot{E}_{gk1} &= -\dot{E}_k \\ \dot{E}_{gk2} &= -\dot{E}_k + \dot{E}_{g2} \end{aligned} \qquad (2\text{-}40)$$

obtém-se para o ganho em circuito fechado a expressão

$$K\beta = \frac{A\,(1 + j\omega R_L C_p)\, j\omega R C}{1 - \omega^2 R R_L C C_1 + j\omega R C\,(1 - \omega^2 R_L^2 C_p C_2)} \qquad (2\text{-}41)$$

em que

$$A = \frac{\mu\, r_k R_L}{r_1 r_2 + r_1 r_k + r_2 r_k}$$

$$C_1 = \frac{r_1 r_{p2} + r_1 r_k + r_{p2} r_k}{r_1 r_2 + r_1 r_k + r_2 r_k} C_p + \frac{r_2 r_{p1} + r_2 r_k + r_{p1} r_k}{r_1 r_2 + r_1 r_k + r_2 r_k} (C_p + C_g)$$

$$C_2 = \frac{r_{p1} r_{p2} + r_{p1} r_k + r_{p2} r_k}{r_1 r_2 + r_1 r_k + r_2 r_k} (C_p + C_g)$$

$$\begin{aligned} r_1 &= r_{p1} + R_L \\ r_2 &= r_{p2} + R_L \\ r_k &= (\mu + 1)\, R_L \end{aligned} \qquad (2\text{-}42)$$

O diagrama de $K\beta$ está representado na Fig. 2-20, verificando-se, como habitualmente, que a discussão da estabilidade do circuito pode re-

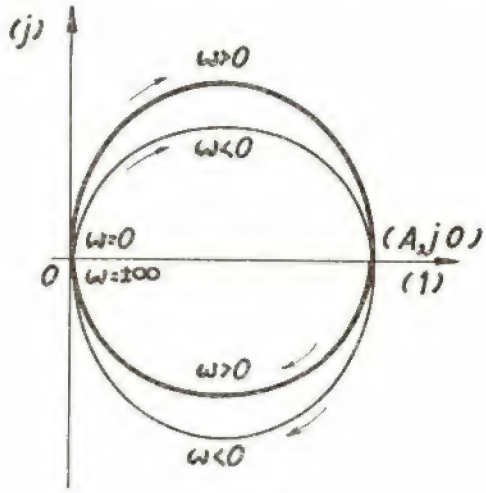


Fig. 2-20

duzir-se à discussão de A, tendo-se o seguinte esquema:

$$\begin{cases} A < 1 \rightarrow \text{o circuito é estável} \\ A \geqslant 1 \rightarrow \text{o circuito é instável} \end{cases} \qquad (2\text{-}43)$$

Quando circular corrente de grelha no tubo II, isto é, quando for $e_{gk2} > 0$, verifica-se que ainda são válidas as condições (2-43), desde que se

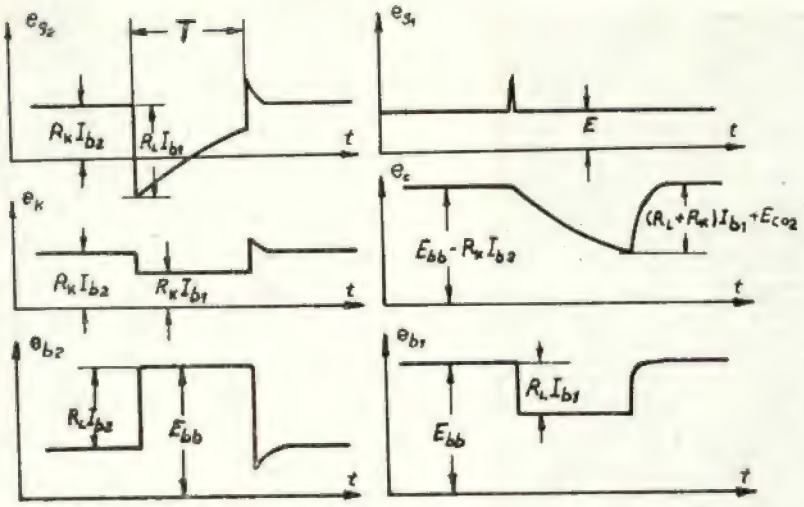


Fig. 2-21

divida o valor A, dado por (2-42), pela quantidade

$$m = 1 + \frac{r_{p1}}{r_g} \cdot \frac{r_2 R_L + r_2 R_k + R_L r_k}{r_1 r_2 + r_1 r_k + r_2 r_k} \qquad (2\text{-}44)$$

Observações

Vimos que o circuito pode funcionar como monostável entre dois valores de E, E_{min} e E_{max}.

Notemos agora que dentro destes limites se tem uma dependência aproximadamente linear entre T e E, quando E_a é bastante elevado.

Com efeito, de (2-31), resulta, fazendo

$$\begin{cases} R_L I_{b1} - R_k I_{b2} = u \\ R_k I_{b1} + E_{co2} = v \end{cases}$$

(valores estes supostos muito menores que E_a), a expressão

$$\frac{T}{RC} = \log \frac{1 + u/E_a}{1 - v/E_a} \simeq \frac{u+v}{E_a}\left(1 - \frac{u+v}{2E_a} + \dots\right) =$$

$$= \frac{(R_L + R_k)}{E_a} I_{b1} - \frac{R_k I_{b2} - E_{co2}}{E_a} + \dots \qquad (2\text{-}45)$$

Por sua vez, devido à realimentação R_k, I_{b1} é muito aproximadamente linear em E, o mesmo se dizendo portanto de T.

* * *

Na Fig. 2-21 estão representadas as várias tensões do circuito, de harmonia com a análise feita.

2.2.3 — Ensaios. Oscilogramas

Circuito utilizado

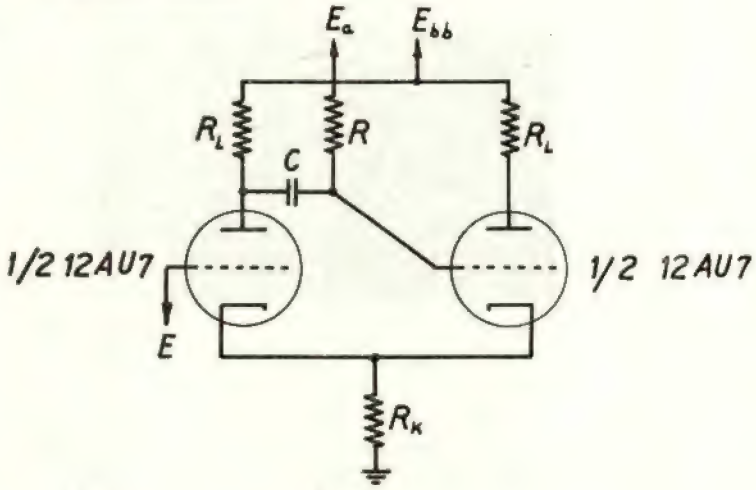
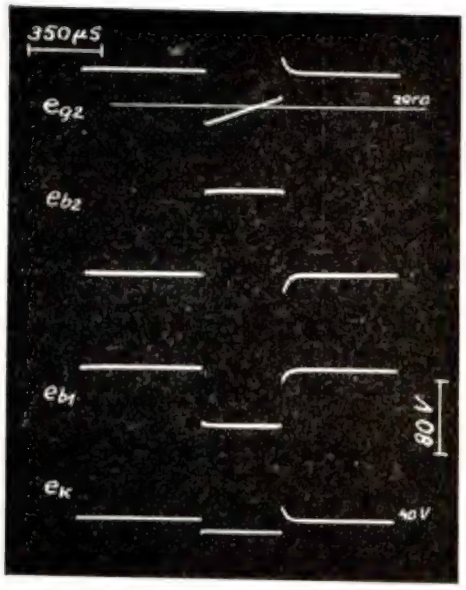


Fig. 2-22

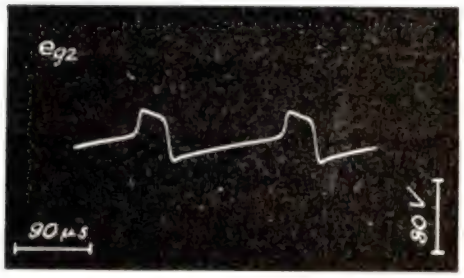
$R_L = 7\ k\Omega$
$R_K = 3\ k\Omega$
$R = 2{,}2\ M\ \Omega$
$C = 1000\ pF$
E_{bb}, E_a, E variáveis

A Fot. 2-7 mostra-nos as tensões de grelha, placa e cátodo do circuito da Fig. 2-22, para as seguintes tensões:

$E_{bb} = 250\ V$
$E_a = 250\ V$
$E = 23\ V$



Fot. 2-7



Fot. 2-8

A Fot. 2-8 mostra-nos a tensão de grelha, e_{g2}, do multivibrador trabalhando como astável:

$$E_{bb} = 235 \text{ V}$$

$$E_a = 235 \text{ V}$$

$$E = 26 \text{ V}$$

3. MULTIVIBRADOR ASTÁVEL

3.1 — MULTIVIBRADOR ASTÁVEL COM ACOPLAMENTO PELA PLACA

3.1.1 — Generalidades

À semelhança do que temos feito para os circuitos anteriores, vamos considerar a Fig. 3-1 e procurar os estados de funcionamento possíveis.

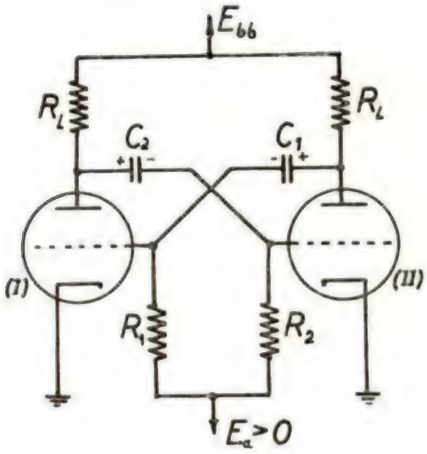


Fig. 3-1

Estados de corte-condução

Dada a simetria do sistema, os 2 estados possíveis serão análogos. Bastará portanto considerar um deles.

E notaremos também que qualquer deles é equivalente ao estado dos multivibradores monostáveis designado por B.

Com efeito, desde que um dos tubos esteja cortado, a sua grelha estará a uma tensão negativa. Esse facto acarreta a existência duma queda de tensão nas resistências R_1 ou R_2, e essa queda de tensão implica uma corrente através dum dos condensadores C_1 ou C_2, no sentido da armadura (—) para a (+). Daí a não estacionaridade de tal estado.

Concluiremos assim:

Sempre que um dos tubos esteja cortado, está-se em pleno regime de descarga dum condensador; mais precisamente, do condensador ligado à sua grelha.

Como o tubo que conduz tem a grelha a uma tensão nula, forçada pela polarização E_a, o condensador ligado a esta grelha deveria, por sua vez, manter uma tensão igual a E_{bb}. Isto seria assim, se não fosse o facto de as transições entre estados originarem regimes transitórios iniciais, durante os quais o condensador descarregado recupera gradualmente a sua carga primitiva.

Estados de dupla condução

Quando os dois tubos conduzem, o estado resultante pode ser estacionário ou não. Será estacionário se os dois tubos conduzirem cor-

rente de grelha, o que equivale a ter os dois condensadores a tensões constantes ($E_{bb} - R_L I$), e não estacionário, se algum dos tubos estiver a uma tensão de grelha negativa.

No caso não estacionário, este estado é instável, e a sua instabilidade resulta, como no caso do multivibrador monostável, de se terem 2 amplificadores acoplados entre si, neste caso apenas por placa.

Resultando deste acoplamento que qualquer variação de tensão numa grelha é amplificada, invertida e aplicada à outra, e dado que entre cada placa e a grelha adjacente não existe uma resistência mas sim um condensador que curto-circuita variações rápidas de tensão, concluiremos que, mesmo quando circula corrente de grelha num dos tubos, as amplificações introduzidas regenerarão qualquer perturbação duma forma cumulativa, levando um dos tubos a ser cortado e o outro a conduzir, com corrente de grelha.

O caso estacionário, isto é, com ambos os tubos a conduzirem corrente de grelha, poderá ser estável ou instável.

Em virtude da dupla atenuação levada a efeito pelas resistências r_g, a amplificação que os tubos introduzem pode ser grandemente reduzida. Como veremos adiante, o problema resume-se pràticamente à discussão do valor $g_m r_g$, e este valor é normalmente superior à unidade, pois r_g é da ordem dos 1000 Ω e g_m, da ordem dos 2000 a 3000 $\mu \mho$. Porém é, pelo menos teòricamente, possível a hipótese inversa. Nestas condições o circuito estaria em equilíbrio estável dentro de limites bastante apertados.

Com efeito, supondo embora o circuito apenas sujeito a perturbações ocasionais, uma destas perturbações poderá provocar um abaixamento suficiente de e_g, que acarrete um aumento de r_g e, com r_g, do ganho $K\beta$.

Isto, em virtude de r_g na realidade não ser constante, como admitimos, mas variar ràpidamente na zona próxima do zero das tensões de grelha.

Vistos os vários estados deste sistema, vamos seguir agora a sua evolução.

Desde o momento em que não há em geral estados estáveis, o sistema oscilará contìnuamente, passando dum estado de corte-condução a outro, através de estados instáveis de dupla condução, que se atingem, logo que a tensão crescente da grelha do tubo cortado alcança o valor E_{co}.

Assim, após o corte dum tubo e decorrido o período transitório inicial, o condensador ligado à sua placa ficará carregado à tensão máxima E_{bb} (desde que o período de relaxação seja suficientemente longo). Como entretanto a sua tensão de grelha foi subindo, em virtude da presença de E_a, que está descarregando o outro condensador, chegar-se-á a um ponto em que o tubo começa a conduzir.

Atingido assim o estado de dupla condução (com um dos tubos, apenas, a conduzir corrente de grelha), a acção já iniciada da subida da tensão de grelha do tubo considerado completar-se-á, e no final o tubo ficará conduzindo (com corrente de grelha), ao passo que o outro é cortado.

Continuando a seguir a evolução dum tubo e do condensador que se liga à sua placa, diremos que, sendo a transição rápida, o condensador iniciará o novo estado com a mesma carga que tinha anteriormente, e assim, partindo da tensão inicial E_{bb}, irá descarregar-se devido à subida de potencial da sua armadura negativa, que recebe cargas positivas da polarização E_a.

Este estado terminará quando esta armadura, que o mesmo é dizer, a grelha do outro tubo, atingir a tensão de corte e provocar nova inversão.

Verificamos assim que os dois tubos têm funcionamentos semelhantes, mas de certo modo desfasados. Enquanto um condensador se descarrega, carrega-se o outro, trocando de papéis após cada inversão.

Sendo estas inversões que provocam os fenómenos de carga e descarga, e resultando destes mesmos fenómenos novas condições de inversão, o sistema comporta-se como um autêntico oscilador, não necessitando de interacção periódica com o exterior para proceder às trocas de energia inerentes ao seu funcionamento.

Podemos então resumir o funcionamento deste multivibrador astável da forma seguinte:

1) A certa altura da história do circuito, encontra-se este no estado «I cortado, II conduzir». O condensador C_2 está carregado, o condensador C_1 está a descarregar-se num período de relaxação.

2) Esta descarga leva o sistema a um ponto de instabilidade e uma inversão tem lugar.

3) O sistema encontra-se agora no estado «I a conduzir, II cortado», mas as energias electrostáticas não se alteraram. C_2 continua no máximo da carga e C_1 no mínimo. Vai dar-se nova relaxação.

4) Durante a relaxação os estados energéticos dos condensadores permutam. C_1 atinge o máximo, C_2 descarrega-se para um mínimo.

5) Novamente se atinge um ponto de instabilidade e nova inversão se dá.

6) O sistema vai retomar o estado inicial. C_2 carrega-se e C_1 do máximo passa ao mínimo.

7) O sistema está precisamente nas condições da alínea 1) e o ciclo recomeça.

3.1.2 — Descrição analítica

Estados de corte-condução

Como estes 2 estados são idênticos, diferindo só quantitativamente (R_1 e R_2, C_1 e C_2), estudaremos um deles apenas. Seja por exemplo o estado «II cortado, I a conduzir».

Suporemos, para facilitar a análise, que os termos exponenciais tendendo assintòticamente para zero (corrente de grelha, parte variável da tensão de placa, etc.) são exactamente nulos ao fim de cada período de relaxação.

Nestas condições, e partindo do instante em que se inicia o estado que vamos estudar, teremos:

O ponto de funcionamento do tubo II antes da inversão é determinado gràficamente (Fig. 3-2), obtendo-se assim os valores

$$I_{b2} \quad e \quad E_{b2} \equiv E_{bb} - R_L\, I_{b2}$$

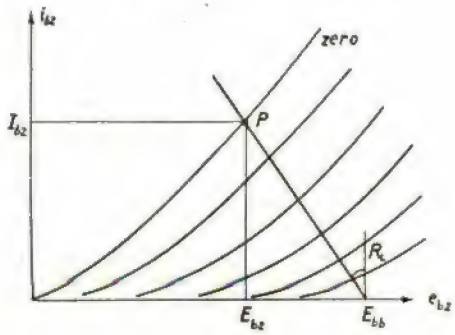


Fig 3-2

As tensões restantes serão:

$$e_{b1} = E_{bb}$$

$$e_{g1} = E_{co}\text{, sendo } E_{co} \text{ correspondente a } E_{bb}$$

$$e_{C1} = e_{b2} - e_{g1} = E_{bb} - R_L\, I_{b2} - E_{co} \qquad (3\text{-}1)$$

$$e_{C2} = e_{b1} - e_{g2} = E_{bb}$$

Como dissemos atrás, o condensador C_1 irá carregar-se e o C_2 descarregar-se durante este estado.

O circuito de carga e descarga é o que se representa na Fig. 3-3.

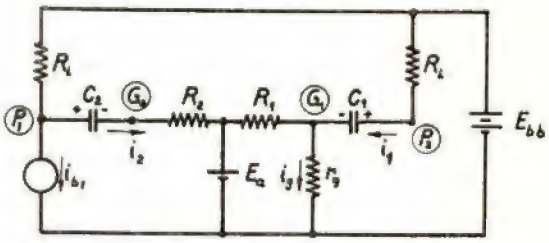


Fig. 3-3

Escrevamos as equações do circuito.

$$E_{bb} = R_L\, i_1 + \frac{q_1}{C_1} + r_g\, i_g$$

$$E_a = R_1\,(i_g - i_1) + r_g\, i_g$$

$$E_{bb} = e_{b1} + R_L\,(i_{b1} + i_2) \qquad (3\text{-}2)$$

$$E_a = e_{b1} - \frac{q_2}{C_2} - R_2\, i_2$$

$$i_1 = \frac{dq_1}{dt} \qquad i_2 = \frac{dq_2}{dt}$$

A estas equações juntaremos a equação variacional

$$i_{b1} - I = g_m\, r_g\, i_g + \frac{e_{b1} - E_{b1}}{r_{p1}}$$

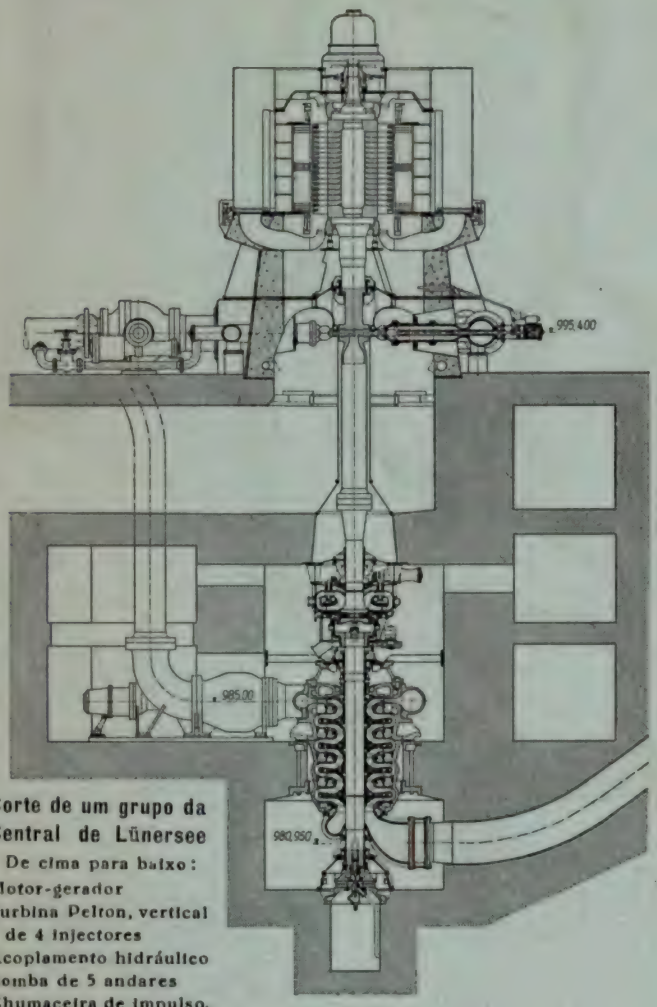
e as condições iniciais

$$q_1\,(0) = C_1\,(E_{bb} - R_L\, I - E_{co})$$

$$q_2\,(0) = C_2\, E_{bb} \qquad (3\text{-}3)$$

em que se pôs $I_{b1} = I_{b2} = I$, por serem os tubos idênticos e se ter $R_{L1} = R_{L2}$.

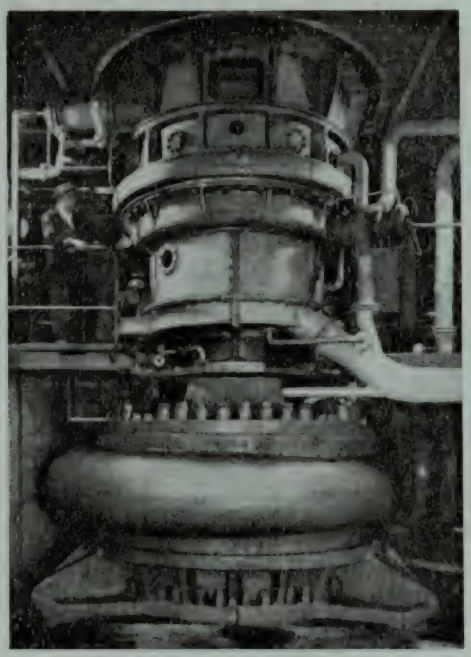
1.000 metros de altura de elevação



Corte de um grupo da Central de Lünersee

De cima para baixo:
Motor-gerador
Turbina Pelton, vertical de 4 injectores
Acoplamento hidráulico
Bomba de 5 andares
Chumaceira de impulso.

J.M.Voith



Em 3 de Novembro de 1957 foi posto em marcha o primeiro grupo da Central de Lünersee, na Áustria, iniciando-se a bombagem de 4,2 $m^3/_s$ de água a uma altura de elevação superior a 1000 m, com um consumo de potência de 58.500 CV.

Esta altura de elevação, conseguida numa só bomba, constitui actualmente **o máximo mundial.** A fabricação do equipamento mecânico desta central é o fruto da experiência sem paralelo da fábrica VOITH na construção de bombas de grande potência para centrais elevatórias para rega e para acumulação de energia.

J.M.Voith G.m.b.H., Fábrica de máquinas, Heidenheim (Brenz)
Alemanha

Representantes em Portugal:

SOFOMIL — SOCIEDADE FORNECEDORA DE MÁQUINAS INDUSTRIAIS, L.DA

Rua de S. Francisco de Sales, 2, 1.º — LISBOA — Telef. 68 00 51 e 68 39 50

elefantes maiores e melhores?

Não! — é muito mais simples reduzir as suas necessidades de energia, aplicando rolamentos **SKF** de esferas e de rolos.
O jornal holandês Algemeen Handelsblad possui uma prensa rotativa que é um exemplo típico da economia que se pode conseguir.
Alguns anos atrás, as 48 chumaceiras de bronzes então existentes na prensa foram substituídas por rolamentos **SKF** de rolos esféricos.
Devido a isto, as necessidades de energia foram reduzidas a metade, (de 140 kW a 70 kW). Para mais, os bronzes primitivos precisavam de lubrificação diária, enquanto que os rolamentos **SKF** de rolos esféricos só têm necessidade de lubrificação uma vez por ano.

SKF

S O C I E D A D E SKF L I M I T A D A

LISBOA
Pr. da Alegria, 66-A, Tel. 32301

Telegr. Eskaef

PORTO
Av. dos Aliados, 152, Tel. 29776

A integração do sistema (3-2), (3-3) fornece os seguintes resultados:

$$\frac{q_1}{C_1} \simeq E_{bb} - (R_L\, I + E_{co})\, \epsilon^{-t/\tau_1}$$

$$i_1 \simeq \frac{R_L\, I + E_{co}}{R_L'}\, \epsilon^{-t/\tau_1} \qquad (3\text{-}4)$$

$$i_g \simeq \frac{R_1}{r_g + R_1}\, i_1 \simeq i_1$$

$$e_{g1} = r_g\, i_g \simeq \frac{r_g\,(R_L\, I + E_{co})}{R_L + r_g}\, \epsilon^{-t/\tau_1}$$

$$\frac{q_2}{C_2} = E_{bb} - E_a - R_L I + \frac{\tau_1\, E}{\tau_2 - \tau_1}\, \epsilon^{-t/\tau_1} +$$

$$+ \left(E_a + R_L\, I - \frac{\tau_1\, E}{\tau_2 - \tau_1}\right) \epsilon^{-t/\tau_2}$$

$$i_2 = \frac{-C_2\, E}{\tau_2 - \tau_1}\, \epsilon^{-t/\tau_1} -$$

$$- \frac{1}{R_2'} \left(E_a + R_L\, I - \frac{\tau_1\, E}{\tau_2 - \tau_1}\right) \epsilon^{-t/\tau_2}$$

$$e_{g2} = E_a - R_2\, i_2$$

$$\simeq E_a - E\, \epsilon^{-t/\tau_1} - \left(E_a + R_L\, I\right) \epsilon^{-t/\tau_2}$$

$$e_{b1} = E_{bb} - R_L\, I - \frac{R_2\, C_2 - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1}\, E\, .\, \epsilon^{-t/\tau_1} +$$

$$+ \frac{r_{p1}\, R_L}{(r_{p1} + R_L)\, R_2'} \left(E_a + R_L\, I - \frac{\tau_1\, E}{\tau_2 - \tau_1}\right) \epsilon^{-t/\tau_2}$$

$$\simeq E_{bb} - R_L\, I - E\, \epsilon^{-t/\tau_1}$$

$$i_{b1} = I + \frac{E}{R_L}\, \epsilon^{-t/\tau_1}$$

$$e_{b2} = E_{bb} - R_L\, i_1 \simeq$$

$$\simeq E_{bb} - \frac{R_L\,(R_L\, I + E_{co})}{R_L + r_g}\, \epsilon^{-t/\tau_1}$$

em que

$$\tau_1 = R_L'\, C_1$$

$$\tau_2 = R_2'\, C_2$$

$$R_L' = R_L + \frac{r_g\, R_1}{r_g + R_1} \simeq R_L + r_g$$

$$R_2' = R_2 + \frac{r_{p1}\, R_L}{r_{p1} + R_L} \simeq R_2 \qquad (3\text{-}5)$$

$$E = \frac{\mu\, r_g\, R_L\, R_1\, (R_L\, I + E_{co})}{R_L'\,(r_{p1} + R_L)\,(r_g + R_1)}$$

A duração deste período será determinada pela entrada de II em condução.

Fazendo $e_{g2}(T_2) = E_{co}$, e utilizando a expressão de e_{g2} tirada de (3-4), em que se despreza a contribuição do termo de menor constante de tempo (τ_1), obtém-se

$$T_2 \simeq R_2\, C_2 \log \frac{E_a + R_L\, I}{E_a - E_{co}} \qquad (3\text{-}6)$$

O estado $\begin{cases} \text{I cortado} \\ \text{II a conduzir} \end{cases}$

é absolutamente idêntico ao anterior. Todas as expressões deduzidas são válidas para este estado, desde que se permutem os índices 1 e 2.

Estados de dupla condução

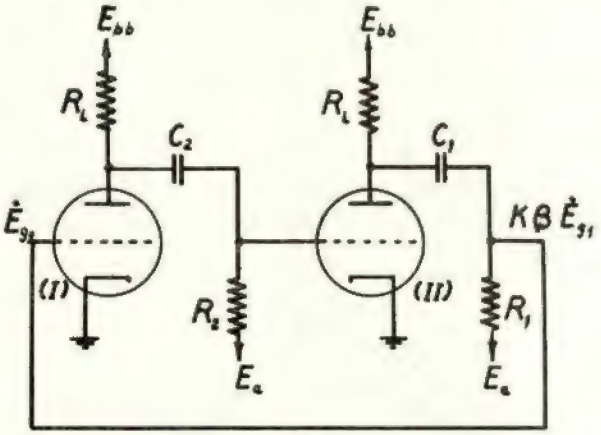


Fig. 3-4

Calculemos o ganho em circuito fechado $K\beta$, tal como temos feito até aqui. Consideremos para isso os circuitos equivalentes do multivibrador, representados na Fig. 3-5.

Resolvendo estes circuitos para variações complexas $E.\, \epsilon^{j\omega t}$, obtém-se como valor de $K\beta$ a expressão

$$K\beta = A.\, \frac{j\omega r'_1\, C_1}{1 + j\omega r'_1 C_1 - s_1\omega^2} \cdot \frac{j\omega r'_2\, C_2}{1 + j\omega r'_2 C_2 - s_2\omega^2} \qquad (3\text{-}7)$$

em que

$$A = \frac{\mu^2\, R_L^2}{(r_{p1} + R_L)\,(r_{p2} + R_L)} \cdot \frac{\tau_1\, \tau_2}{r'_1\, r'_2}$$

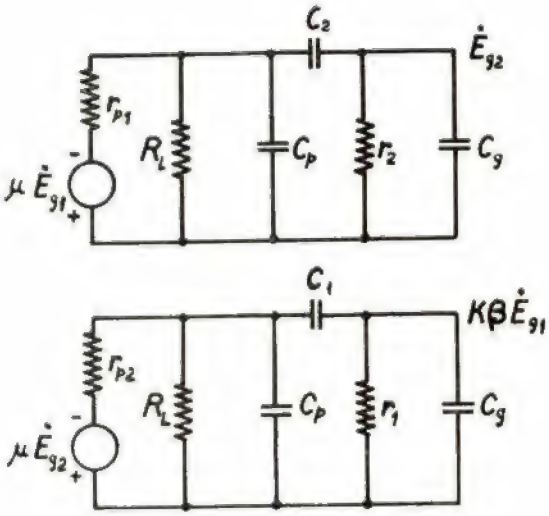


Fig. 3-5

$$r_1' = r_1 + \frac{r_{p1} R_L}{r_{p1} + R_L}$$

$$r_2' = r_2 + \frac{r_{p2} R_L}{r_{p2} + R_L} \qquad (3\text{-}8)$$

$$s_1 = \frac{r_{p2} R_L}{r_{p2} + R_L} r_1 (C_g + C_p) C_1$$

$$s_2 = \frac{r_{p1} R_L}{r_{p1} + R_L} r_2 (C_g + C_p) C_2$$

Nestas expressões, r_1 e r_2 são, respectivamente, o paralelo das resistências R_1 e R_2 com as resistências de entrada dos tubos (r_g ou ∞).

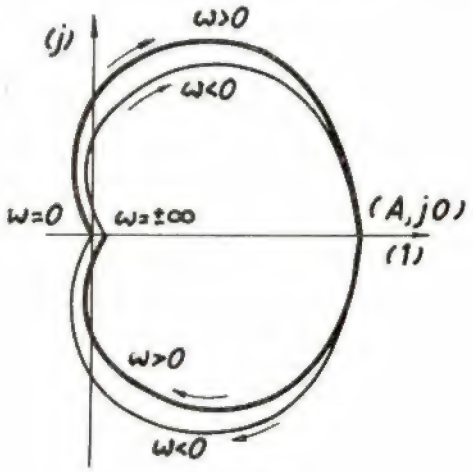


Fig. 3-6

A curva lugar geométrico de $K\beta$, dado por (3-7), está representada na Fig. 3-6, por ela se vendo (1) que a discussão da estabilidade do circuito pode resumir-se, à semelhança dos circuitos anteriores, à discussão do ganho A, isto é, do ganho $K\beta$ para frequências médias

$(\omega r_1' C_1 >> |1 - s_1 \omega^2|$ e $\omega r_2' C_2 >> |1 - s_2 \omega^2|)$.

Ter-se-á assim

$$\begin{cases} A < 1 & \rightarrow \text{o circuito é estável} \\ A > 1 & \rightarrow \text{o circuito é instável} \end{cases} \qquad (3\text{-}9)$$

Vejamos agora os vários casos possíveis:

1) não há correntes de grelha

$$r_1 = R_1 >> r_{p1}, R_L \rightarrow r_1' \simeq r_1$$

$$r_2 = R_2 >> r_{p2}, R_L \rightarrow r_2' \simeq r_2$$

$$A = \frac{\mu^2 R_L^2}{(r_{p1} + R_L)(r_{p2} + R_L)} = A_1 . A_2 \qquad (3\text{-}10)$$

em que A_1 e A_2 são as amplificações ($\omega = 0$) de cada um dos tubos suposto isolado, com carga R_L.

2) um dos tubos conduz corrente de grelha

Seja p. ex. $e_{g1} > 0$

$e_{g2} < 0$

$$r_1 \simeq r_g << r_{p1}, R_L \rightarrow r_1' \simeq \frac{r_{p1} R_L}{r_p + R_L}$$

$$r_2 = R_2 >> r_{p2}, R_L \rightarrow r_2' \simeq r_2$$

$$A = \frac{\mu^2 R_L r_g}{r_{p1} (r_{p2} + R_L)} = g_{m1} r_g . A_2 \qquad (3\text{-}11)$$

3) ambos os tubos conduzem corrente de grelha

$$r_1 \simeq r_g \rightarrow r_1' \simeq \frac{r_{p1} R_L}{r_{p1} + R_L}$$

$$r_2 \simeq r_g \rightarrow r_2' \simeq \frac{r_{p2} R_L}{r_{p2} + R_L}$$

$$A = \frac{\mu^2 r_g^2}{r_{p1} r_{p2}} = (g_{m1} r_g)(g_{m2} r_g) \qquad (3\text{-}12)$$

* * *

As várias tensões do circuito encontram-se representadas na Fig. 3-7.

---

(1) Em virtude da existência das capacidades C_{gp}, entre a grelha e a placa de cada tubo, e que nós não considerámos, resulta que $\lim_{|\omega| \rightarrow \infty} K = K_\infty \neq 0$.

Estas capacidades fazem-se sentir principalmente na zona das frequências elevadas, alterando um pouco a curva dada por (3-7). Como porém $K_\infty < 1$ (é mesmo bastante menor) este facto em nada vem afectar as condições dadas por (3-9).

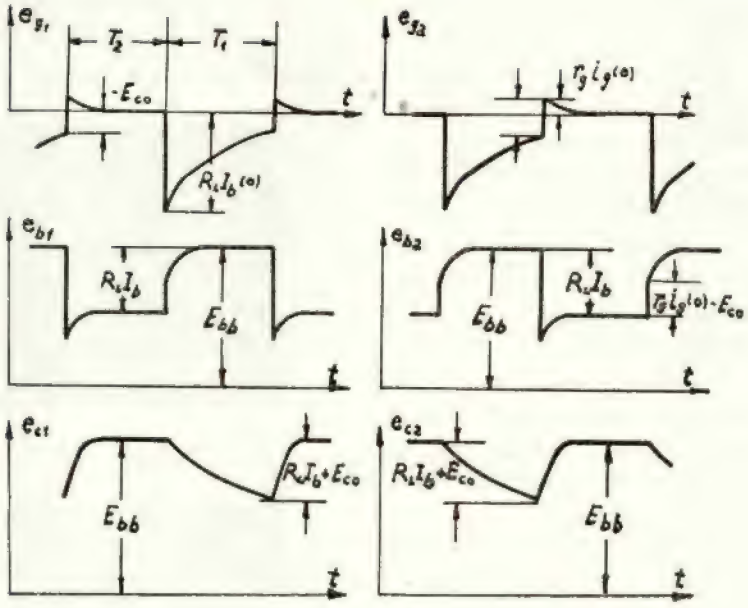


Fig. 3-7

3.1.3 — Ensaios. Oscilogramas

Circuito utilizado

$R_L = 51\ k\Omega$
$R_1 = 290\ k\Omega = R_2$
$1\ M\Omega$
$C_1 = 600\ pF$
$C_2 = 600\ pF$
$1000\ pF$
$E_{bb} = 250\ V$
E_a = variável

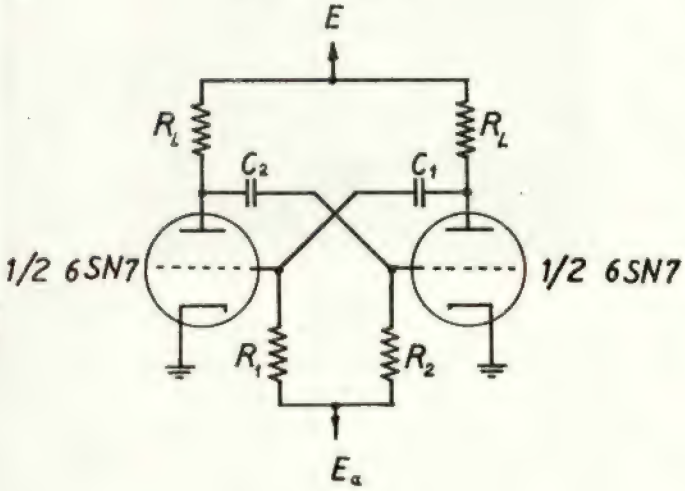
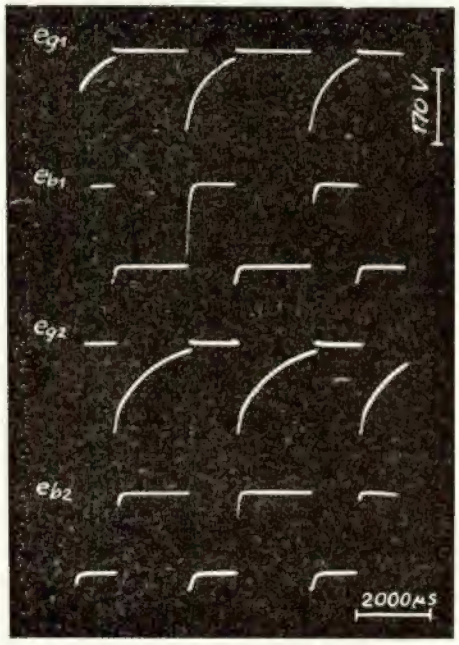


Fig. 3-8

A Fot. 3-1 mostra-nos as tensões de grelha e de placa do circuito da Fig. 3-8.



Fot. 3-1

O ensaio foi feito nas seguintes condições:

$E_{bb} = 250\ V$
$E_a = 10\ V$
$R_1 = R_2 = 1\ M\Omega$
$C_1 = 600\ pF$
$C_2 = 1000\ pF$

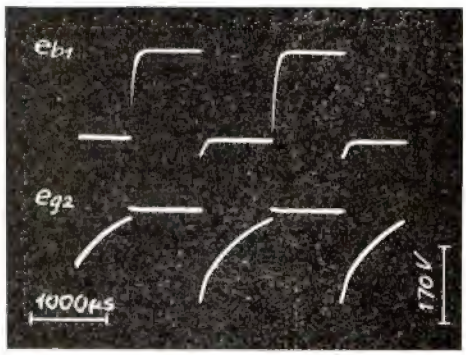
Os períodos de relaxação têm uma certa instabilidade, como já vimos no caso monostável,

devido p. ex. às flutuações dos parâmetros dos tubos, o que se reflecte nas tensões de corte. Esta instabilidade surge principalmente quando a polarização E_a é baixa, devido à curvatura das formas da tensão de grelha negativa crescente.

Para obviar a este inconveniente e, duma maneira geral, para fixar uma frequência de repetição desejada, usa-se o processo da sincronização, que é uma variante do desencadeamento, aplicada ao caso astável.

A sincronização pode-se fazer por um processo discreto (impulsos) ou contínuo (p. ex. um sinal sinusoidal). De qualquer modo, consiste na aplicação dum sinal periódico positivo (directa ou indirectamente) na grelha do tubo cortado, antecipando a inversão.

Isto exige que o período sincronizador seja igual ou inferior ao período natural do multivibrador.

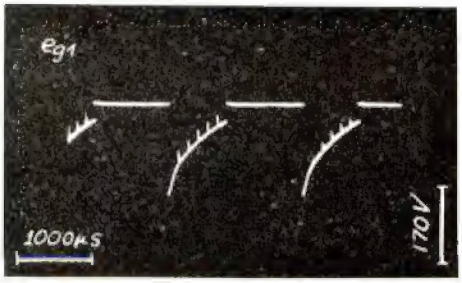


Fot. 3-2

A Fot. 3-2 mostra um aspecto das tensões de placa e grelha contrária dum multivibrador sincronizado por impulsos de período ligeiramente inferior ao natural da unidade.

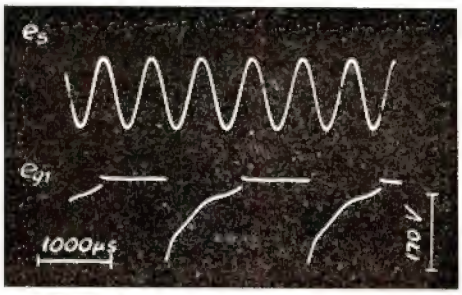
Características do ensaio:

$R_1 = R_2 = 1\ M\Omega$
$C_1 = C_2 = 600\ pF$
$E_a = 32\ V$
$E_s = 40\ V$ (na grelha do tubo I).

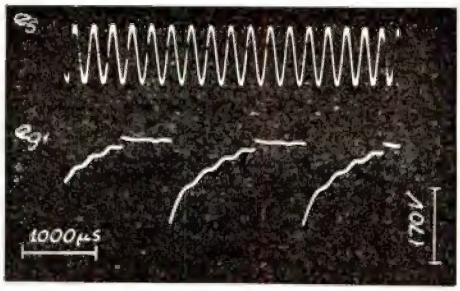


Fot. 3-3

Na Fot. 3-3 aumentou-se a frequência de repetição dos impulsos, aparecendo o multivibrador a dividir a frequência aplicada.

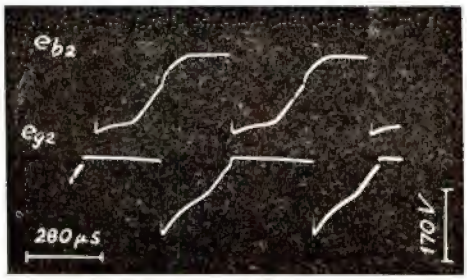


Fot. 3-4



Fot. 3-5

As Fots. 3-4 e 3-5 mostram 2 exemplos de sincronização por sinais sinusoidais, para o caso duma frequência um pouco superior à natural de repetição, e para o caso duma frequência muito superior.



Fot. 3-6

A Fot. 3-6 refere-se ao funcionamento do multivibrador com $E_a < 0$, mostrando as tensões de grelha e de placa dum dos tubos.

O ensaio foi feito nas seguintes condições:

$E_{bb} = 200\ V$
$R_1 = R_2 = 290\ k\Omega$
$C_1 = C_2 = 600\ pF$
$E_a = -30\ V$

Vimos (3-6) que o período de relaxação aumenta à medida que E_a diminui. Aquela expressão só tem significado, porém, se for $E_a > 0$. Quando $E_a < 0$, a corrente de grelha existente anula-se a certa altura e a tensão de grelha correspondente começa a tender para um valor negativo (E_a), embora com uma constante de tempo maior. A esta mudança de andamento corresponde uma aceleração no decrescimento de e_g, que se traduz numa aceleração do crescimento da tensão de grelha do tubo cortado. Embora E_a seja, no nosso caso, inferior a E_{co}, a aceleração de crescimento referida é suficiente para que aquela tensão de grelha atinja o corte. Uma análise aproximada mostra que o crescimento desta tensão e_g se faz segundo duas exponenciais RC e $(R + R_L)$ C, com coeficientes de sinais contrários e aproximadamente iguais, o que explica a aparente discrepância entre o valor estacionário E_a (inferior a E_{co}) e a subida acentuada da tensão de grelha (Fig. 3-9).

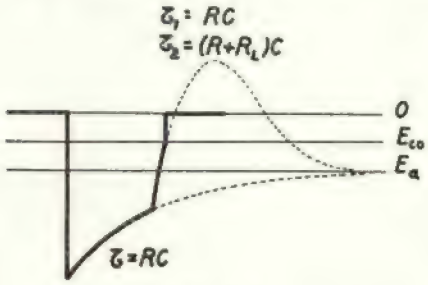


Fig. 3-9

3.2 — MULTIVIBRADOR ASTÁVEL COM ACOPLAMENTO PELO CÁTODO

3.2.1 — Generalidades

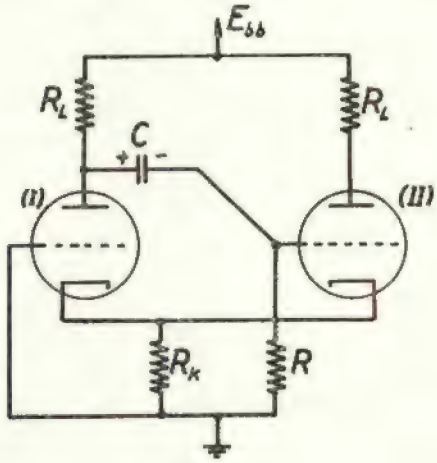


Fig. 3-10

Este circuito tanto se pode considerar um multivibrador monostável acoplado pelo cátodo, polarizado de maneira a não ter estados estáveis, como uma forma de multivibrador astável assimétrico (v. «multivibrador monostável acoplado pela placa» funcionando como astável) ao qual se substituiu o acoplamento potenciométrico entre P_2 e G_1, por um acoplamento R_k.

São duas concepções totalmente equivalentes.

Vejamos, como habitualmente, os estados possíveis do circuito figurado.

Estados de corte-condução

A — { tubo I cortado
tubo II a conduzir

O facto de R estar ligada à tensão zero assegura-nos desde logo que é impossível a estacionaridade deste estado. Com efeito, num estado estacionário a queda de tensão em R seria nula. Isto significa que os 2 tubos se encontrariam à mesma tensão e_g (zero) e (por terem um cátodo comum) à mesma tensão grelha-cátodo, estando portanto nas mesmas condições de condução ou de corte. De qualquer forma, o estado corte-condução não pode ser estacionário. Sendo assim, só um estado variável pode existir. Este estado variável consistirá então na variação de carga do condensador. Ora, a realizar-se, um estado final subsequente a este período corresponderia a $e_{b1} = E_{bb}$ e $e_{g2} = 0$, isto é, a $e_C = E_{bb}$. Concluiremos assim que durante este período o condensador se encontra em regime de carga, o que está de acordo com a afinidade deste circuito com o multivibrador monostável do mesmo tipo.

Notemos desde já que a ligação de R à massa introduz uma característica especial no funcionamento da unidade. Neste estado A, e_{gk2} tenderá assintòticamente para um valor negativo ($-e_k$). Mas inicialmente a subida de e_{b1} originará um valor $e_{gk2} > 0$. Portanto é de esperar que existam 2 regimes diferentes de carga: com e sem corrente de grelha.

B — { tubo I a conduzir
tubo II cortado

Este período é igualmente não estacionário, e só difere do período correspondente do multivibrador monostável do mesmo tipo, no valor

assintótico da tensão do condensador, devido à diferente polarização de e_{g2}.

Durante este período o condensador descarrega-se através de R, R_L, R_k e do tubo condutor.

Estados de dupla condução

Sob o ponto de vista variacional — que é o que interessa nestes estados — o circuito não difere do seu correspondente monostável.

Nestas condições todas as considerações feitas a propósito de estabilidade se aplicarão a este caso.

Vejamos agora a evolução natural do sistema.

Tal como o multivibrador astável que tratámos antes, o sistema oscilará, na ausência de estados estáveis, entre os 2 estados de corte-condução, transitando de um a outro destes estados, pelo facto de cair naturalmente em estados instáveis, após certos períodos de tempo.

Assim, após o corte do tubo II, p. ex., entra-se num estado de corte-condução já indicado. A tensão e_{b1} vai descer e o condensador começa a descarregar-se através do tubo I e das resistências R, R_L e R_k. Esta descarga de C acarreta a subida da tensão e_{g2}, e como a queda de tensão no cátodo não varia grandemente, a certa altura deste processo, o tubo II entra em condução por ter e_{gk2} atingido a tensão de corte. A partir deste instante cai-se num estado de dupla condução, e a subida de e_{gk2} que iniciou este estado acaba por precipitar o sistema, após um processo regenerativo já descrito, no estado oposto àquele em que se encontrava: o tubo I é cortado, e o II fica a conduzir.

Como já dissemos na descrição deste estado, a subida da tensão e_{b1} acarreta o aparecimento de corrente de grelha, que começa a carregar o condensador através das resistências R_L e R_k. A tensão e_{gk2} vai descer, não tendendo porém assintòticamente para zero, como sucedia no circuito astável já estudado, mas sim para um valor negativo, em virtude da queda de tensão em R_k e da ligação de R à massa.

Quer isto dizer que o condensador continuará a carregar-se, a partir do instante em que i_g se anula, através da resistência R, o que corresponde a um aumento da constante de tempo e consequente diminuição do ritmo de variação das várias funções. (A variação dos valores assintóticos não é tão acentuada como a das constantes de tempo).

Este estado de corte-condução, tal como o outro existente, acaba sùbitamente, ao encontrar e_{gk2} o valor E_{co}. Novo estado instável de dupla condução e nova inversão. E assim sucessivamente.

Neste sistema, portanto, apenas está em jogo um condensador, que se descarrega durante a condução de I, e se carrega quando este tubo é cortado. Isto também sucedia no circuito anterior, mas aí havia um outro condensador, cujo comportamento era a réplica do do primeiro.

3.2.2 — Descrição analitica

Estados de corte-condução

A — { tubo I cortado
tubo II a conduzir

No instante em que o tubo I vai ser cortado e o tubo II vai começar a conduzir, o primeiro conduz uma corrente que se pode determinar gràficamente, atendendo a que $e_{gk1} = - R_k\, i_{b1}$.

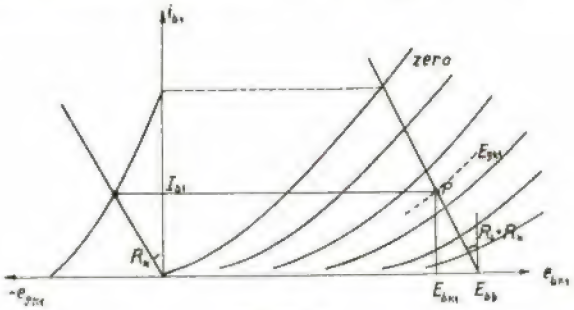


Fig. 3-11

As tensões do circuito serão

$$e_{b1} = E_{bb} - R_L\, I_{b1}$$
$$e_{b2} = E_{bb}$$
$$e_k = R_k\, I_{b1} = - E_{gk1} \qquad (3\text{-}13)$$
$$e_{gk} = E_{co2}, \text{ correspondente à tensão}$$
$$e_{bk2} = E_{bb} - R_k\, I_{b1}$$
$$e_{g2} = R_k\, I_{b1} + E_{co2}$$
$$e_C = E_{bb} - R_L\, I_{b1} - R_k\, I_{b1} - E_{co2} = E_C$$

Durante este período, como dissemos, o condensador vai-se carregar.

O circuito de carga será o da Fig. 3-12, cujas equações podemos escrever:

$$E_{bb} = R_L\, i + \frac{q}{C} + R\,(i - i_g)$$

$$E_{bb} = R_L\, i_{b2} + e_{bk2} + R_k\,(i_g + i_{b2})$$
$$R\,(i - i_g) = r_g\, i_g + R_k\,(i_g + i_{b2})$$
$$e_{gk2} = r_g\, i_g \qquad (3\text{-}14)$$
$$i = \frac{dq}{dt}$$

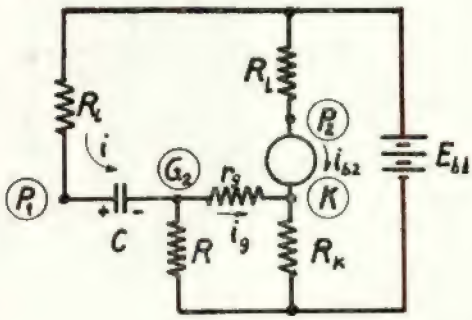


Fig. 3-12

Às equações (3-14) juntamos a equação respeitante ao tubo II

$$i_{b2} - I_{b2} = g_m\, e_{gk2} + \frac{e_{bk2} - E_{bk2}}{r_{p2}} \qquad (3\text{-}15)$$

em que se tomou para ponto de referência o ponto P indicado na Fig. 3-13.

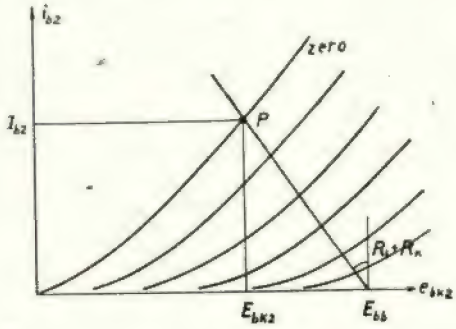


Fig. 3-13

Integrando o sistema (3-14), (3-15), e atendendo ao valor inicial $q\,(0) = CE_C$, tirado de (3-13), obtém-se:

$$\frac{q}{C} = E - (E - E_C)\, \epsilon^{-t/R_oC}$$
$$i = \frac{E - E_C}{R_0}\, \epsilon^{-t/R_oC}$$
$$i_g = -\frac{R_k\,(E_{bb} - E')}{D} + \frac{R\,(R_k + R_L + r_{p2})}{D}\, i$$
$$i_{b2} = \frac{(R + R_k + r_g)\,(E_{bb} - E')}{D} + \frac{R\,(\mu\, r_g - R_k)}{D}\, i$$
$$\simeq I_{b2} + \frac{(\mu\, r_g - R_k)\, I_{b2}}{E_{bb}}\, i \qquad (3\text{-}16)$$
$$e_{b1} = E_{bb} - R_L\, i$$
$$e_k = R_k\, I_{b2} + \frac{R_k\, I_{b2}}{E_{bb}}\,(R_L + r_{p2} + \mu\, r_g)\, i$$
$$e_{b2} = E_{bb} - R_L\, i_{b2} \simeq E_{bb} - R_L\, I_{b2} - \frac{R_L\,(\mu\, r_g - R_k)\, I_{b2}}{E_{bb}}\, i$$
$$e_{g2} = r_g\, i_g + e_k$$
$$\simeq R_k\, I_{b2} + \left[R_k + r_g + \frac{R_k\,(\mu\, r_g - R_k)}{R_L + R_k + r_{p2}} \right] i$$

em que

$$E = E_{bb} - \frac{RR_k\,(E_{bb} - E')}{D} \simeq E_{bb} - R_k\, I_{b2}$$
$$E' = E_{bb} - (R_k + R_L + r_{p2})\, I_{b2} \qquad (3\text{-}17)$$
$$R_o = \frac{N}{D} \simeq R_L + R_k + r_g + \frac{R_k\,(\mu\, r_g - R_k)}{R_L + R_k + r_{p2}}$$

v. (2-39)

Todas estas equações são válidas até ao instante T_o, em que a corrente i_g se anula.

De (3-16) obtém-se

$$T_o = R_o C \log \frac{(E - E_C)\,(R_k + R_L + r_{p2})\, R}{R_o\, R_k\,(E_{bb} - E')} \qquad (3\text{-}18)$$
$$\simeq R_o C \log \frac{R}{R_o\, R_k\, I_{b2}}\,(R_L\, I_{b1} + R_k\, I_{b1} - R_k\, I_{b2} + E_{co2})$$

A partir deste instante, r_g torna-se infinita (admitimos esta hipótese simplificativa) e todas as expressões anteriormente deduzidas são válidas no limite, quando $r_g \to \infty$, com a única condição de substituir E_C por

$$e_C\,(T_o) = E - \frac{R_o\, R_k\, I_{b2}}{R}$$
$$\simeq E \qquad (3\text{-}19)$$

Teremos assim:

$$i_g \to 0$$
$$\frac{q}{C} \to E_{bb} - [E_{bb} - e_C\,(T_o)]\, \epsilon^{-\frac{t - T_o}{(R + R_L)\,C}}$$
$$\simeq E_{bb} - R_k\, I_{b2}\, \epsilon^{-\frac{t - T_o}{(R + R_L)\,C}}$$

$$i \rightarrow \frac{E_{bb} - e_C(T_0)}{R + R_L} \epsilon^{-\frac{t - T_0}{(R + R_L) C}} \qquad (3\text{-}20)$$

$$i_{b2} \rightarrow \frac{E_{bb} - E'}{R_L + r_{p2} + R_k (1 + \mu)} +$$

$$+ \frac{\mu R}{R_L + r_{p2} + R_k (1 + \mu)} i$$

derivando-se destas todas as restantes expressões.

O período de condução que estamos estudando terminará quando o tubo I começar a conduzir, ou seja, quando $e_{gk1}(T_2) = E_{co1}$ (com E_{co1} correspondente a $E_{bb} + E_{co1}$).

Introduzindo nesta condição o valor de e_{gk1} tirado de (3-20), obtém-se

$$T_2 - T_0 = (R + R_L) C \cdot$$

$$\log \frac{\mu R_k^2 I_{b2}}{-E_{co1}(R_L + R_k + \mu R_k + r_{p2}) - R_k I_{b2}(R_L + R_k + r_{p2})} \qquad (3\text{-}21)$$

B — { tubo I a conduzir
tubo II cortado

No instante imediatamente anterior ao início deste estado, conduzirá o tubo II uma corrente I_{b2}, determinável gràficamente.

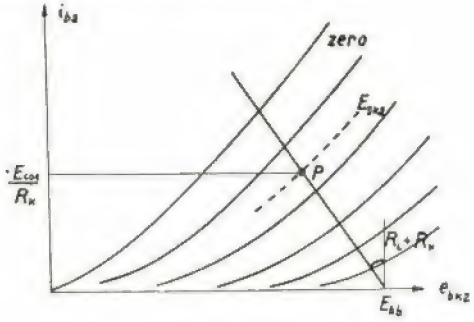


Fig. 3-14

Com efeito, nesse instante será

$$e_{gk1} = E_{co1} = - R_k I'_{b2} \qquad (3\text{-}22)$$

E_{co1} deverá ser a tensão de corte correspondente à tensão de placa $e_{bk1} = E_{bb} - R_k I'_{b2} = E_{bb} + E_{co1}$, e determina-se por isso por tentativas.

As tensões do circuito serão portanto

$$e_{b1} = E_{bb}$$
$$e_{b2} = E_{bb} - R_L I'_{b2}$$
$$e_{gk1} = E_{co1} \qquad (3\text{-}23)$$
$$e_{gk2} = E_{gk2}$$
$$e_{g2} = E_{gk2} - E_{co1}$$
$$e_C = E_{bb} - E_{gk2} + E_{co1} = E_C$$

Após a transição o condensador vai descarregar-se no circuito figurado (Fig. 3-15).

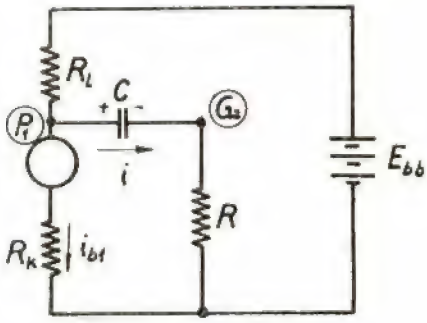


Fig. 3-15

As equações do circuito são as seguintes :

$$E_{bb} = R_L (i + i_{b1}) + R_k i_{b1} + e_{bk1}$$
$$E_{bb} = R_L (i + i_{b1}) + \frac{q}{C} + R i$$
$$e_{gk1} = - R_k i_{b1} \qquad (3\text{-}24)$$
$$i = \frac{dq}{dt}$$

às quais juntamos a equação variacional do tubo

$$_{b1} - I_b = g_m (e_{gk1} - E_{gk1}) + \frac{e_{bk1} - E_{bk1}}{r_{p1}} \qquad (3\text{-}25)$$

Integrando o sistema (3-24) (3-25), e conhecido o valor inicial da carga do condensador (CE'_C), obtém-se

$$\frac{q}{C} = E_{bb} - R_L I_{b1} + (R_L I_{b1} + E_{co1} - E_{gk2}) \epsilon^{-t/R'C}$$

$$i = - \frac{R_L I_{b1} + E_{co1} - E_{gk2}}{R'} \epsilon^{-t/R'C}$$

$$i_{b1} = I_{b1} - \frac{R_L}{R'_L} i$$

$$e_{gk1} = - R_k i_{b1} \qquad (3\text{-}26)$$

$$e_{b1} = E_{bb} - R_L I_{b1} - \frac{R_L}{R'_L} (r_{p1} + R_k + \mu R_k) i$$

$$e_{g2} = - R i$$

$$e_k = R_k I_{b1} - \frac{R_k R_L}{R'_L} i$$

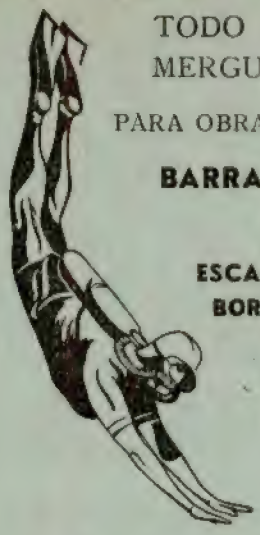
$$e_{gk2} = - R_k I_{b1} + \left(R + \frac{R_k R_L}{R'_L}\right) i$$

em que

somaco
rua rodrigo da fonseca, 82-C e D
lisboa • telefone 45676

Os mais recentes materiais de revestimento para a construção moderna

"COUSTEAU-GAGNAN"



TODO O MATERIAL DE MERGULHO AUTÓNOMO

PARA OBRAS DE:

BARRAGENS, PONTES PORTOS, ETC. . . .

ESCAFANDROS, FATOS DE BORRACHA, LANTERNAS, BATÍMETROS, ETC.

PEÇA O N/ CATÁLOGO

Um Exclusivo da

•

RUA DO CARMO, 21
LISBOA
Tel. 22797 — 24643

Spiral SPORTS

Acaba de aparecer

Manual de Hidráulica Geral

SÍNTESE TEÓRICA

TABELAS E ÁBACOS

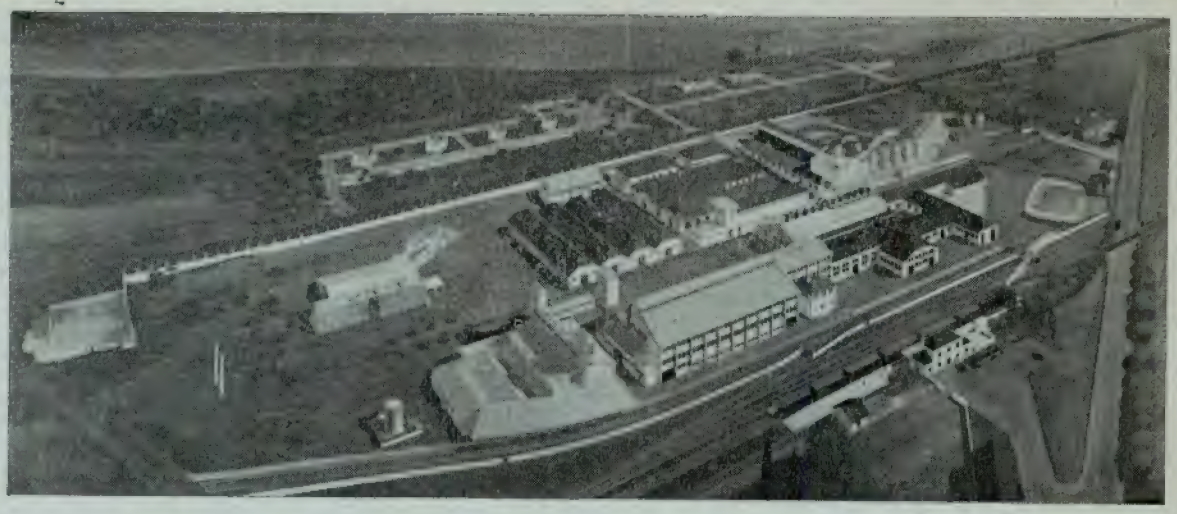
FORMULÁRIO POLIGLOTA

Pelo Eng.º Armando Lencastre

Chefe da Secção de Hidráulica Fluvial do L. N. E. C.
Assistente do I. S. T.

Pedidos à "TÉCNICA"

Preço 150$00
Desconto 10 % aos assinantes



COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

PRODUTORA DE

FERRO GUSA

FERRO LIGAS

FERRO-MANGANÊS
SÍLICO-MANGANÊS
FERRO-SILÍCIOS
15 % - 25 % - 45 % - 75 % - 90 %

CARBONETO DE CÁLCIO
CIANAMIDA CÁLCICA
PASTA PARA ELÉCTRODOS

E EM MONTAGEM

GRAFITE

FÁBRICAS
CANAS DE SENHORIM
Telefone 67222

SEDE
Largo de S. Carlos, 4-2.º — LISBOA
Telefones 25343-29608-368989

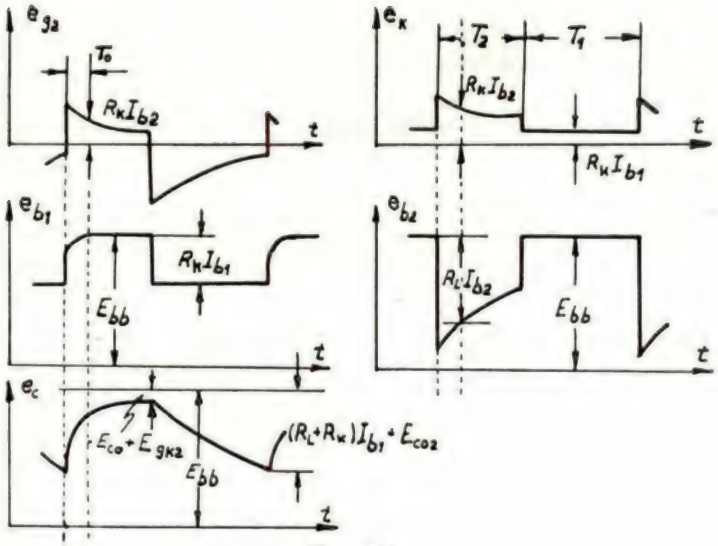


Fig. 3-16

$$R'_L = R_L + (1 + \mu) R_k + r_{p1}$$

$$R' = R + \frac{R_L (R'_L - R_L)}{R'_L} \qquad (3\text{-}27)$$

Este estado existirá enquanto o tubo II estiver cortado, ou seja, durante T_1 dado por

$$e_{gk2} (T_1) = E_{co2} \qquad (3\text{-}28)$$

Substituindo a expressão de e_{gk2} de (3-26) em (3-28), obtém-se

$$T_1 = R'C \log \frac{(R_L I_{b1} + E_{co1} - E_{gk2})(R + R_k R_L / R'_L)}{-R' (E_{co2} + R_k I_{b1})}$$

$$\simeq R C \log \frac{R_L I_{b1} + E_{co1} - E_{gk2}}{-E_{co2} - R_k I_{b1}} \qquad (3\text{-}29)$$

Estados de dupla condução

No que respeita a variações, o circuito não difere do circuito monostável do mesmo tipo, pelo que tudo quanto se disse ali sobre a estabilidade deste estado se aplica inteiramente a este caso.

* * *

As várias tensões do circuito estão representadas na Fig. 3-16, de acordo com a análise feita.

3.2.3 — Ensaios. Oscilogramas

Circuito utilizado

$R_L = 20\ k\Omega$
$R_k = 3\ k\Omega$
$C = 500\ pF$
$R = 470\ k\Omega$
E_{bb} = variável

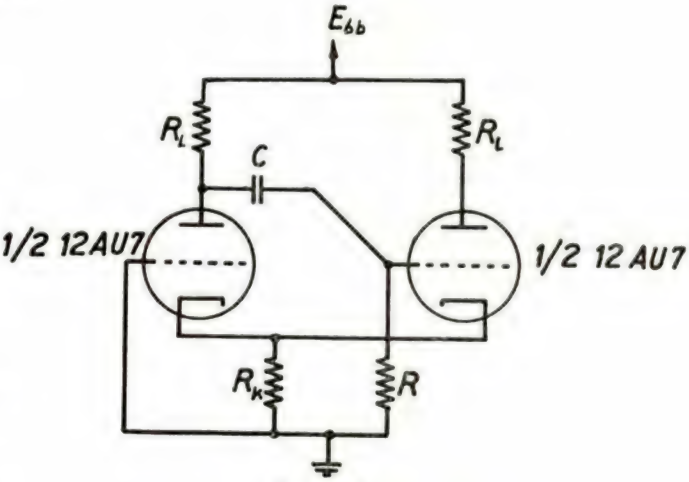
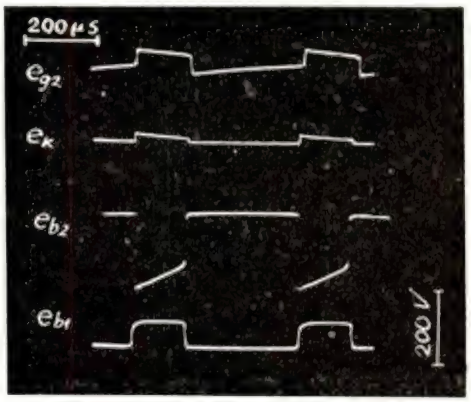


Fig. 3-17



Fot. 3-7

A Fot. 3-7 mostra-nos as tensões de placa, grelha e cátodo do circuito da Fig. 3-17, notando-se concordância com a Fig. 3-16.

Condições do ensaio:

$$\begin{cases} E_{bb} = 280 \text{ V} \\ R = 470 \text{ k}\Omega \\ C = 500 \text{ pF} \end{cases}$$

4. OSCILADOR DE BLOQUEIO

4.1 — OSCILADOR DE BLOQUEIO COM ACOPLAMENTO PLACA-GRELHA

4.1.1 — Generalidades

O circuito que vamos estudar apresenta um dos vários tipos de acoplamento possíveis entre placa, grelha e cátodo, e necessários à realimentação do sistema. Como os princípios de funcionamento são fundamentalmente os mesmos, apenas estudaremos um tipo de acoplamento. Ocupar-nos-emos assim do oscilador de bloqueio com acoplamento placa-grelha, um dos que aparecem com mais frequência na técnica de impulsos.

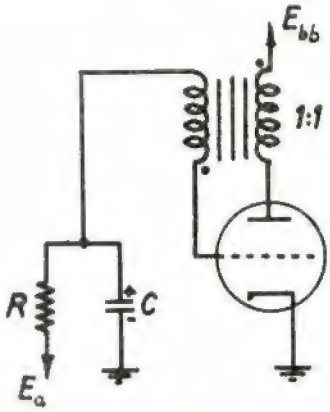


Fig. 4-1

Consideremos então o circuito representado na Fig. 4-1 e procuremos, à semelhança do que fizemos nos circuitos anteriores, determinar os seus possíveis estados de funcionamento.

Havendo agora apenas um tubo, aqueles estados só poderão ser de duas naturezas: de corte ou de condução.

Estado de corte

A estabilidade deste estado depende do valor da polarização E_a.

Se esta for inferior à tensão de corte correspondente a $e_b = E_{bb}$, existirá um estado estacionário sem correntes, em que o condensador fica carregado à tensão E_a. O estado será evidentemente estável, em virtude de o tubo, por estar cortado, não poder dar seguimento a um processo regenerativo iniciado em qualquer variação ocasional de tensão.

Claro que este estado pressupõe a existência dum regime transitório de descarga de C, em seguida ao corte do tubo, se este corte for acompanhado duma descida de e_g abaixo da tensão E_a, o que sucede em geral.

Se a polarização E_a for superior a E_{co}, então o estado estacionário descrito é impossível, por implicar uma tensão $e_g = E_a$ neste caso incompatível com o estado de corte.

O estado de corte, nestas condições, será da natureza do regime transitório atrás mencionado, cessando logo que a tensão e_g atinge o valor E_{co} e se inicia a condução.

Notemos que durante este estado são de admitir oscilações de tensão nos vários pontos do circuito, originadas no transformador em virtude das possíveis trocas de energia magnética e electrostática nos enrolamentos, dadas as capacidades distribuídas ali existentes.

Estado de condução

Também neste estado temos de considerar o valor da polarização E_a.

Se ela for inferior a E_{co}, não é possível a existência dum estado estacionário de condução, que implicaria a permanência da tensão e_g acima e não abaixo do corte.

Se E_a, porém, for superior a E_{co}, já um estado estacionário de condução é possível, em em que e_g fica com o valor E_a, se este for menor que zero, ou com um valor positivo próximo de zero, forçado pela corrente de grelha, se aquela polarização for positiva.

Em qualquer dos casos, porém, o estado será instável.

Com efeito, devido ao acoplamento placa-grelha, via transformador, qualquer variação será ràpidamente regenerada, e o sistema evoluirá para um estado de corte, ou de condução com elevada corrente de grelha. Tal estado de condução, porém, não é estacionário. Por um lado, devido à presença do transformador, a brusca condução ou o simples aumento de condução (caso do estado estacionário com $E_a > E_{co}$) provocarão uma variação de carácter oscilatório no circuito de grelha. Por outro lado, a elevada corrente de grelha sobrevinda carregará o condensador com cargas negativas. Por estes dois mo-

tivos, a tensão e_g terá tendência para descer, acabando por levar o tubo abaixo do corte.

Vejamos agora a evolução do circuito através dos estados referidos.

Em virtude do que fica dito, o sistema pode comportar-se de duas maneiras diversas, consoante o valor da polarização.

Se $E^a < E_{co}$, o circuito apresenta um estado estável (corte), do qual pode sair mediante a aplicação dum sinal exterior que leve o tubo a conduzir. Ora, sendo o circuito uma variante do oscilador sintonizado na placa (à custa de capacidades distribuídas), com forte realimentação positiva, o súbito estabelecimento da corrente no tubo é condição suficiente para o início duma oscilação.

A svariações de tensão no transformador atingirão em geral grande amplitude, dado o carácter regenerativo do circuito (v. polaridade do transformador) e dada a aplicação, em série no circuito de grelha, de tensões induzidas pelo enrolamento de placa, da ordem de grandeza das deste enrolamento.

Como a descida de e_b (provocada pela condução no tubo) se converte, devido à polaridade das ligações já referida, na subida de e_g, esta tensão entrará assim largamente na zona positiva, o que acarreta franca não-linearidade.

As tensões induzidas nos enrolamentos apresentarão em geral um primeiro ciclo semelhante a uma sinusóide de topo deformado, devido em parte à saturação proveniente das grandes amplitudes atingidas. O ramo ascendente da tensão de placa lançará a tensão de grelha numa descida muito pronunciada, descida essa iniciada pela gradual acumulação, no condensador, de cargas negativas constituídas em corrente de grelha, que tornam o impulso positivo de grelha geralmente assimétrico.

Levado o tubo de novo ao corte, as tensões nos enrolamentos continuarão a variar, em virtude da energia magnética existente no transformador, no fim do impulso que constitui a corrente de placa.

Estas variações seriam sinusoidais, não deformadas (dada a ausência de um elemento gerador de não-linearidade, como a corrente de grelha) se não existissem perdas no circuito do transformador. Nestas condições, o regime que se segue ao impulso inicial será periódico amortecido, ou mesmo aperiódico.

Quer dizer, uma vez que e_g não atinge, em geral, novamente o corte, não há novo fornecimento de energia que compense as perdas do circuito, e a oscilação fica assim bloqueada.

Finalmente, as cargas acumuladas no condensador pela corrente de grelha vão agora ser descarregadas através da resistência R, fazendo subir e_g, que tenderá assintòticamente para o valor estacionário E_a.

Suponhamos agora $E_a > E_{co}$.

O circuito não apresenta nenhum estado estável.

Sendo assim, estará em contínua evolução. Numa dada altura, o tubo estará cortado e o circuito encontra-se, de acordo com o que vimos acima, em pleno período de relaxação, com a tensão e_g subindo assintòticamente para E_a. Nas presentes condições aquela tensão encontrará entretanto o valor E_{co}, e o regime livre descrito anteriormente será desencadeado, entrando o tubo em condução, em geral com a oscilação amortecida já mencionada.

De novo as cargas negativas coligidas pela grelha, por um lado, e o ciclo negativo da tensão do enrolamento que se lhe liga, por outro, lançarão a tensão e_g para um valor fortemente negativo, e o tubo será cortado, seguindo-se-lhe a relaxação.

Em resumo:

O oscilador de bloqueio em estudo apresenta duas modalidades de funcionamento. Se a polarização E_a for inferior ao corte E_{co}, o sistema é monostável. O tubo estará normalmente cortado, até que um sinal aplicado convenientemente o leva a uma situação de instabilidade. O estabelecimento súbito da corrente catódica desencadeia uma oscilação que provoca novo corte do tubo e se bloqueia assim a si própria. Segue-se um período de relaxação, durante o qual a energia acumulada no condensador baixa até ao seu valor mínimo, retomando-se o estado estável inicial.

Se E_a for superior ao corte, o sistema é astável.

Periòdicamente é desencadeada uma oscilação que corta o tubo, e à qual se segue um período de relaxação, após o qual o tubo é de novo chamado a conduzir, desencadeando nova oscilação.

E assim sucessivamente.

4.1.2 — Descrição analítica

Consideremos o circuito do oscilador, tal como se representa na Fig. 4-2.

Na figura, R_1 é a resistência equivalente de perdas do transformador, reduzida ao enrolamento de placa. C_1 e C_2 são as capacidades equivalentes às capacidades distribuídas, em cada um dos enrolamentos e entre eles.

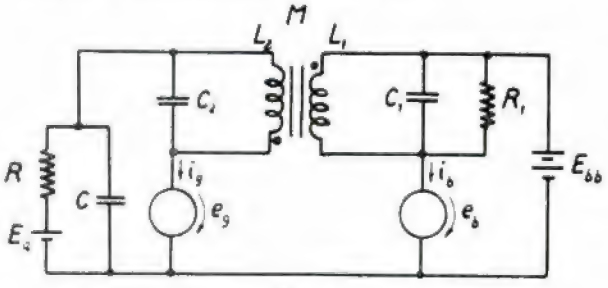


Fig. 4-2

A análise matemática exacta do circuito figurado é evidentemente pouco viável, em virtude da grande variabilidade de quase todos os parâmetros, no decurso do funcionamento da unidade, e da existência de histerese no circuito do transformador.

Este facto, que se vai reflectir na não linearidade das equações diferenciais que regem o circuito, resulta de dois factores principais:

— A presença dum núcleo ferromagnético no transformador vai dar lugar à variação dos coeficientes de indução dos enrolamentos com a corrente de magnetização, e ao aparecimento de fenómenos de histerese.

— As amplitudes atingidas pelas variações de tensão nos enrolamentos levam o ponto de funcionamento do tubo a variar entre limites muito afastados, o que se cifra no caso, por exemplo, dum tubo 6SN7, na obtenção de valores de g_m entre 1000 e 5000 $\mu\mho$, de μ entre 0,4 e 20 e de R_g (medido em relação a E_{co}) entre 150 e 1500 Ω.

Quer dizer, mesmo admitindo que o comportamento electrostático do transformador pode ser traduzido pelas capacidades C_1 e C_2, seria necessário conhecer analìticamente as leis de variação de R_1 e dos coeficientes de indução com as correntes e tensões do transformador, e as de i_b (e_g, e_b) e i_g (e_g, e_b), ou seja, de r_p, g_m e R_g com as tensões no tubo, para que o circuito pudesse ser matemàticamente estudado.

Das dificuldades acima expostas tem resultado em geral que, ou se procede a aproximações grosseiras, utilizando valores médios no cálculo — procedimento incorrrecto, devido às grandes variações dos parâmetros — ou se prefere estudar o circuito na vizinhança de cada ponto, em que se conhecem os diferentes parâmetros — procedimento muito mais correcto, mas pouco prático por exigir uma integração passo-a-passo da equação diferencial.

Conclui-se pois que um tratamento exclusivamente analítico não é em princípio viável, sendo preferível proceder-se a um estudo semi-analítico, semi-experimental, em que se procure determinar a influência dos vários parâmetros do circuito (quando possível, quantitativamente) nos resultados experimentais obtidos.

Este tipo de estudo tem permitido chegar às seguintes conclusões:

Estado de condução

— A forma dos impulsos de grelha e de placa é aproximadamente sinusoidal, sempre que o transformador tenha perdas pequenas ou capacidades elevadas, ou que se limite a não linearidade do tubo por meio de realimentação negativa.

— No caso de as perdas se tornarem mais importantes, ou de as capacidades se tornarem menores, a forma daqueles impulsos tende para o tipo exponencial, apresentando a tensão de grelha, em geral, um declive mais acentuado, devido à tensão decrescente no condensador.

— Quando o acoplamento for fraco (ou seja, a dispersão for apreciável) aparecem geralmente oscilações amortecidas de elevada frequência sobrepostas ao impulso, no início ou no final do mesmo. (V. Fig. 4-3).

Fig. 4-3

— O flanco inicial do impulso, de fundamental interesse nas aplicações, é tanto mais rápido quanto menores forem a dispersão, as capacidades distribuídas e as perdas, no transformador.

Esta conclusão resulta fàcilmente da análise do circuito durante este período, desde que se simplifique a sua equação diferencial.

O circuito representado na Fig. 4-4 provém do

anterior (Fig. 4-2) admitindo que C é suficientemente elevado para curto-circuitar as variações

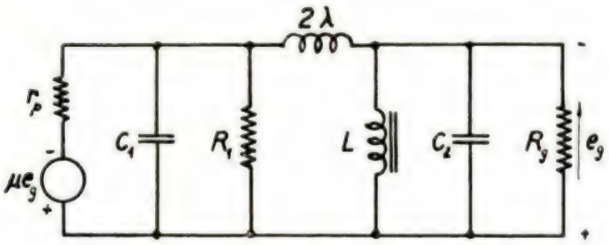


Fig. 4-4

de tensão aos terminais de R, durante este curto período. A equação diferencial do circuito, supondo a dispersão 2λ suficientemente pequena para que se possa colocar C_1 e R_1 em paralelo com C_2 e R_g, e desprezando a corrente de magnetização, pode escrever-se:

$$\frac{d^2 e_g}{d t^2} + 2\delta \frac{d e_g}{d t} - \gamma e_g = 0 \qquad (4\text{-}1)$$

em que

$$\delta = \frac{r_p}{4\lambda} + \frac{1}{2 r (C_1 + C_2)}$$

$$\gamma = \frac{\mu}{2\lambda (C_1 + C_2)} \left(1 - \frac{1}{A}\right) \qquad (4\text{-}2)$$

$$A = \frac{\mu r}{r + r_p} \quad \text{(ganho em circuito fechado em frequências médias)}$$

$$r = \frac{R_1 R_g}{R_1 + R_g}$$

$$R_g = \frac{e_g - E_{co}}{i_g}$$

A equação (4-1) conduz a soluções da forma $a\,\epsilon^{p_1 t} + b\,\epsilon^{p_2 t}$, em que p_1 e p_2 são as raízes da equação característica correspondente.

O carácter regenerativo do flanco inicial do impulso implica um ganho A maior que 1. Nestas condições uma das raízes, p. ex. p_1, será positiva. Supondo a contribuição do termo em p_2 de menos importância em face do outro, resulta que o gradiante de e_g será proporcional a

$$p_1 = \sqrt{\delta^2 + \gamma} - \delta \qquad (4\text{-}3)$$

Verifica-se fàcilmente que esta expressão cresce com λ e com $C_1 + C_2$, e decresce quando r (e portanto R_1) aumenta.

— O declive do topo do impulso de grelha é tanto mais pronunciado quanto menor for a capacidade C, em virtude da variação de e_C seguir aproximadamente uma constante de tempo proporcional a C.

— A duração dos impulsos depende essencialmente do transformador, no caso sinusoidal, e ainda de C e parâmetros do tubo, no caso exponencial.

No primeiro caso será aproximadamente metade do período de oscilação correspondente; no segundo caso será tanto maior quanto maior forem C, g_m e a resistência de entrada do tubo. À medida porém que aumentarmos C, a duração do impulso tende para um valor limite máximo que só depende do transformador (L, C_1, C_2 e R_1).

— O flanco final do impulso é tanto mais rápido quanto maior for C.

Estado de corte

Após o corte, o circuito da Fig. 4-2 converte-se no seguinte:

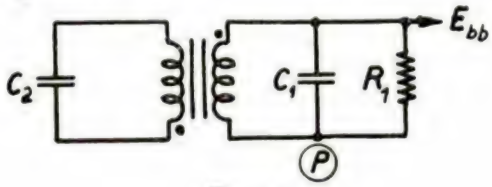


Fig. 4-5

O andamento das tensões neste estado pode-se prever, fazendo a aproximação de utilizar valores médios de L_1, L_2, M.

Referindo as capacidades ao circuito de placa, e desprezando a dispersão e resistência dos enrolamentos, o circuito (paralelo L, R_1, $C_1 + C_2$) conduz às seguintes soluções, conhecidas as condições iniciais (tensão de placa E_b e corrente de magnetização I_m no fim do impulso de grelha, ou seja, no momento do corte do tubo)

1) $k < 1$

$$e_b = E_{bb} - (E_{bb} - E_b)\sqrt{1 + m^2}\,\epsilon^{-\frac{k t}{\sqrt{L C'}}} \cdot \cos\left(\sqrt{1 - k^2}\, t / \sqrt{L C'} + \varphi\right)$$

2) $k = 1$

$$e_b = E_{bb} - (E_{bb} - E_b)\left[1 - (1 + 2a)\, t / \sqrt{L C'}\right] \epsilon^{-\frac{t}{\sqrt{L C'}}}$$

3) $k > 1$

$$e_b = E_{bb} - \frac{E_{bb} - E_b}{2}\left[(1 - n)\,\epsilon^{\frac{\sqrt{k^2 - 1}}{\sqrt{L C'}} t} + (1 + n)\,\epsilon^{-\frac{\sqrt{k^2 - 1}}{\sqrt{L C'}} t}\right] \epsilon^{-\frac{k t}{\sqrt{L C'}}} \qquad (4\text{-}4)$$

em que

$$C' = C_1 + C_2 \qquad m = \operatorname{tg} \varphi = \frac{(1 + 2a)\,k}{\sqrt{1 - k^2}}$$

$$a = \frac{R_1 I_m}{E_{bb} - E_b} \qquad n = \frac{(1 + 2a)\,k}{\sqrt{k^2 - 1}} \qquad (4\text{-}5)$$

$$k = \frac{1}{2 R_1} \sqrt{L / C'}$$

Qualquer destes regimes, em particular o periódico, dá lugar a sobretensões, de amplitude crescente com o parâmetro a, que se verifica, por sua vez, crescer com $\frac{R_1}{L}$ e com a duração do impulso.

A tensão e_C obtém-se do circuito representado na Fig. 4-6.

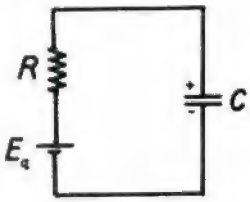


Fig. 4-6

Continuando a não considerar a capacidade de entrada do tubo, teremos:

$$e_C = E_a - (E_a + E')\, e^{-t/RC} \qquad (4\text{-}6)$$

em que E' é a tensão e_C no momento do corte.

Na realidade aquela capacidade (C_{gk}) vai permitir a passagem das oscilações do transformador para o circuito do condensador C, aparecendo assim as referidas oscilações, embora bastante atenuadas, no início deste período.

Este estado de corte terminará, como vimos, quando e_g atingir E_{co}, naturalmente (caso astável) ou por meio dum sinal exterior (caso monostável).

Se este período for suficientemente longo para que no seu final as oscilações se possam considerar extintas, e_C será igual a e_g quando esta atingir o corte.

Sendo assim, podemos escrever para o caso astável

$$E_{co} = E_a - (E_a + E')\, e^{-T'/RC}$$

$$T' = R\,C \log \frac{E_a + E'}{E_a - E_{co}} \qquad (4\text{-}7)$$

O período de repetição T será a soma de T' com o intervalo de tempo (em geral muito menor que aquele) correspondente ao período de condução.

Vemos que o período T decresce com E_a, cresce linearmente com R e cresce ainda com C, mas não linearmente. À medida que C aumenta, E' vai diminuindo, o que vai afectar (sobretudo para valores baixos de $|E_a|$) o logaritmo.

4.1.3 — Ensaios. Oscilogramas

Circuito utilizado

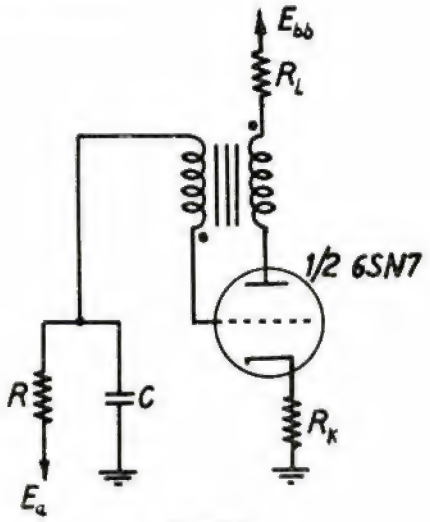


Fig. 4-7

R_L = 50 Ω	C = 250 pF
R = 7,2 kΩ	1000 pF
40 kΩ	5000 pF
100 kΩ	0,1 μF
200 kΩ	
2,2 MΩ	

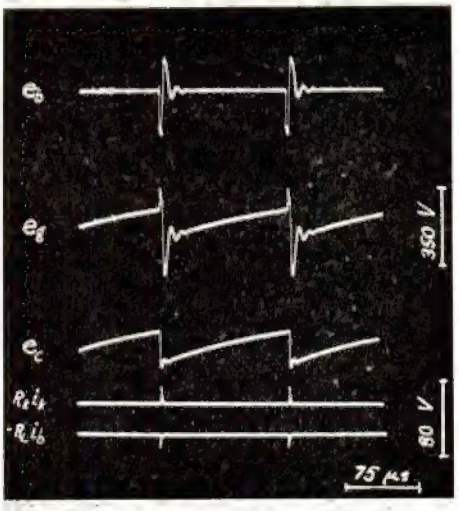
R_k = 0 Ω	E_a, E_{bb} — variáveis
50 Ω	
1000 Ω	

Foram usados dois pequenos transformadores com chapas especiais, com enrolamentos coaxiais e no mesmo sentido, de 80×80 e 200×200 espiras, respectivamente.

A Fot. 4-1 mostra-nos as várias saídas do oscilador de bloqueio, funcionando como astável. Vêem-se oscilações na placa, grelha e condensador. Notar que a diferença $e_g - e_C$ (tensão no enrolamento da grelha) é muito aproximadamente igual a $-e_b$ (tensão no enrolamento da placa).

Os oscilogramas referentes a R_L e R_k dão-

-nos uma imagem das correntes anódica e catódica.



Fot. 4-1

Condições do ensaio

$E_{bb} = 220$ V
$E_a = 130$ V
$R = 200$ k Ω
$R_k = 50$ Ω
$C = 1000$ p F
Tr. — 200 × 200

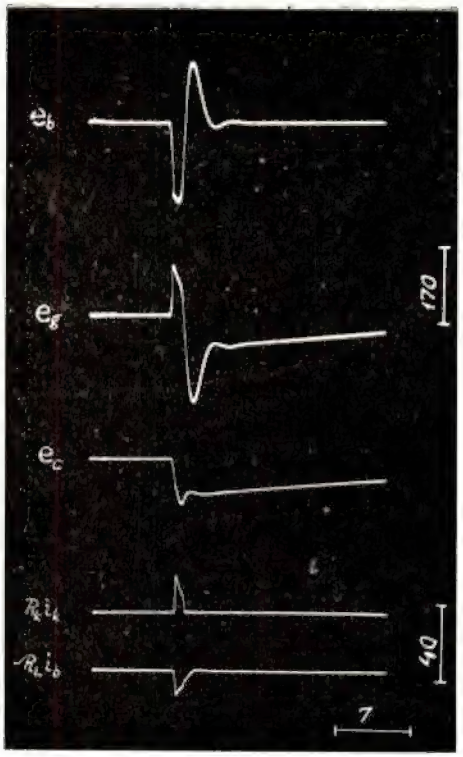
As resistências R_k e R_L, suficientemente pequenas para não alterarem apreciàvelmente o funcionamento do circuito, destinam-se à obtenção de sinais proporcionais às correntes de emissão e anódica (esta, na realidade aparece adicionada a uma pequena corrente proveniente das capacidades entre enrolamentos).

As Fots. 4-2 e 4-3 mostram-nos a influência do transformador (em particular, do número de espiras) na forma das várias tensões do circuito.

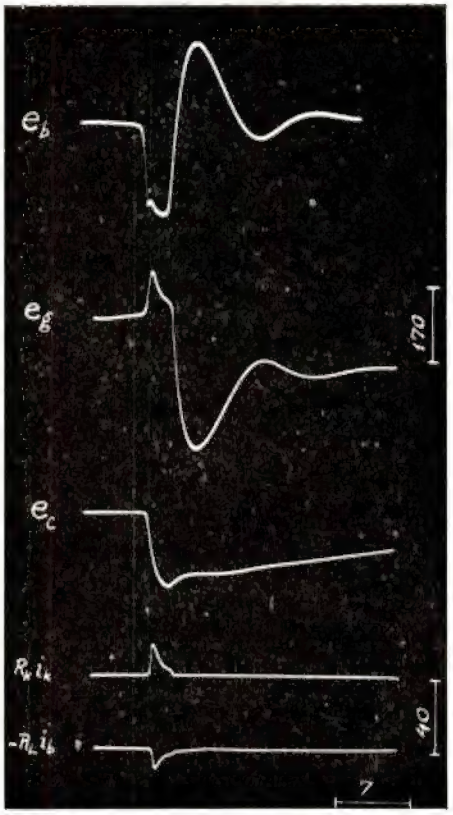
Os oscilogramas referem-se em pormenor à zona do impulso, tendo a unidade funcionado como monostável, a fim de poder ser desencadeada por um sinal com um atraso determinado em relação à sincronização do oscilógrafo.

Nestes oscilogramas, assim como em todos os seguintes, a escala vertical está expressa em Volts e a horizontal em micro-segundos (μ s).

Vemos que a substituição dum transformador de 80 × 80 espiras por um de 200 × 200, com o mesmo núcleo, provoca o alargamento do impulso e do período das oscilações seguintes.



Fot. 4-2



Fot. 4-3

Dada a maior demora na terminação do impulso de grelha, aparece este mais assimétrico no caso do transformador de 200 espiras.

Notemos ainda a natureza unidireccional do impulso do cátodo, e a existência de algumas ligeiras oscilações no impulso obtido em R_L, em virtude da corrente de deslocamento já referida, entre enrolamentos.

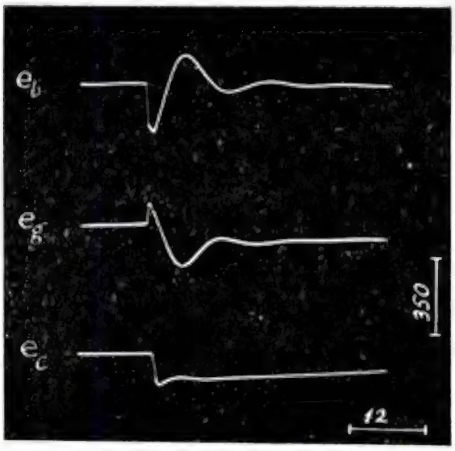
Condições dos ensaios

$E_{bb} = 220$ V
$E_a = -18$ V
$R = 200$ k Ω
$C = 1000$ p F
$R_k = 50\ \Omega$
T_r . — 80×80 (Fot. 4-2)
200×200 (Fot. 4-3)

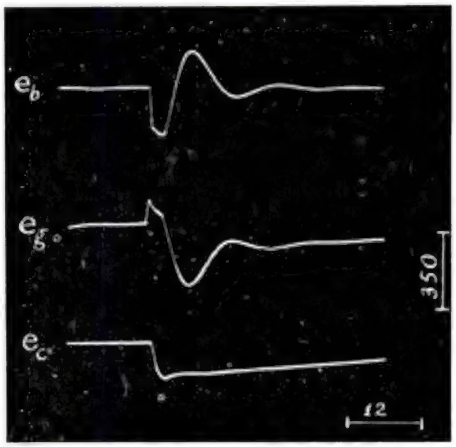
As Fots. 4-4, 4-5 e 4-6 mostram a influência do condensador C na forma e duração dos impulsos. Assim, consideremos o oscilograma da Fot. 4-5, obtido em condições idênticas às do da Fot. 4-3 (C = 1000 p F). A diminuição desta capacidade para 250 p F (Fot. 4-4) acarreta o encurtamento do impulso, em virtude da carga de C por corrente de grelha se tornar mais rápida. O período das oscilações subsequentes ao corte mantém-se, porém, igual ao anterior. Notar que, ao passo que o flanco inicial do impulso se mantém, o flanco final torna-se mais lento.

O emprego duma capacidade elevada — 5000 p F — provoca o alargamento do impulso (Fot. 4-6) e o aparecimento dum topo achatado, resultante da variação mais lenta da tensão no condensador (maior constante de tempo). Os impulsos de grelha e de placa têm assim formas muito aproximadas.

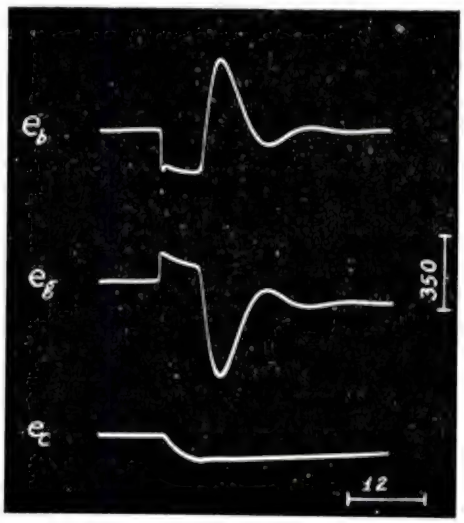
Nota-se claramente o aumento da sobretensão, (e_b) quando o impulso alarga, o que se pode explicar, se atendermos a que as áreas limitadas por $e_b = E_{bb}$ e a curva do impulso, por um lado, e $e_b = E_{bb}$ e a curva relativa às oscilações, por outro, devem ser aproximadamente iguais $\left(\int_0^{\infty} e_b\, dt = \Phi_\infty - \Phi_0 = 0\right.$, se não houver fluxos residuais, nem perdas óhmicas e dispersão apreciáveis nos enrolamentos), e que, ao alargar o impulso por meio de C, nem o período das oscilações nem a amplitude do impulso variam (a amplitude do impulso está limitada por saturação).



Fot. 4-4



Fot. 4-5



Fot. 4-6

Condições dos ensaios

$E_{bb} = 220$ V

$E_a = -20$ V

$R_k = 50\ \Omega$

$R = 100$ kΩ (Fots. 4-5 e 4-6)

$= 2{,}2$ MΩ (Fot. 4-4)

$C = 250$ pF (Fot. 4-4)

$= 1000$ pF (Fot. 4-5)

$= 5000$ pF (Fot. 4-6)

T_r . — 200 × 200

As Fots. 4-7, 4-8 e 4-9 mostram-nos a influência, sobre a forma e duração dos impulsos, das capacidades distribuídas do transformador, em paralelo com os enrolamentos.

Nos oscilogramas da Fot. 4-7 não foi colocada qualquer capacidade adicional, tendo-se portanto apenas aquela que resulta dos enrolamentos.

Nos oscilogramas das Fots. 4-8 e 4-9 foram colocadas, em paralelo com o enrolamento de grelha, capacidades respectivamente de 200 pF e 1000 pF. Nota-se o alargamento da duração do impulso e do período das oscilações seguintes, com diminuição do amortecimento (v. expressão de *k* em 4-5).

Por outro lado a forma dos impulsos (tanto de grelha como de placa) tende para a sinusoidal, ao mesmo tempo que as amplitudes diminuem.

Um aumento maior das capacidades acaba por provocar o aparecimento de uma oscilação não amortecida (de muito menor amplitude) e a unidade degenera num oscilador sinusoidal sintonizado na grelha.

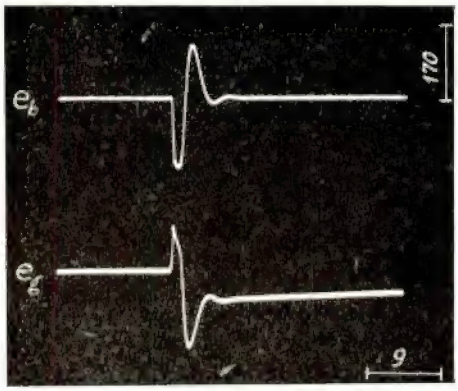
Obs. — Na Fot. 4-9 nota-se, no início do impulso, uma zona de gradiante mais elevado. Este flanco inicial deve-se ao sinal desencadeador utilizado, sendo a sua amplitude igual a $E_{co} - E_a$.

Condições dos ensaios

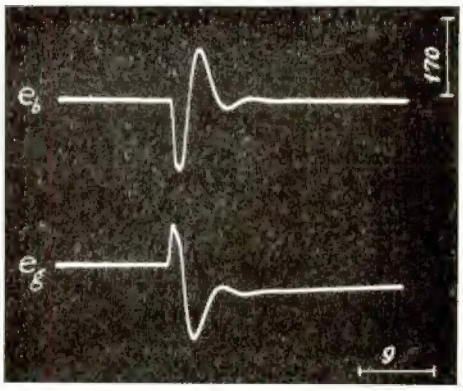
$E_{bb} = 180$ V

$E_a = -18$ V

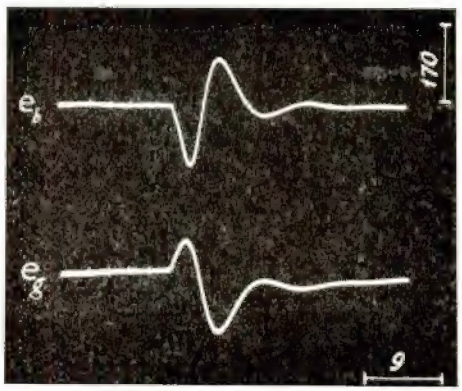
$R = 100$ kΩ



Fot. 4-7



Fot 4-8



Fot. 4-9

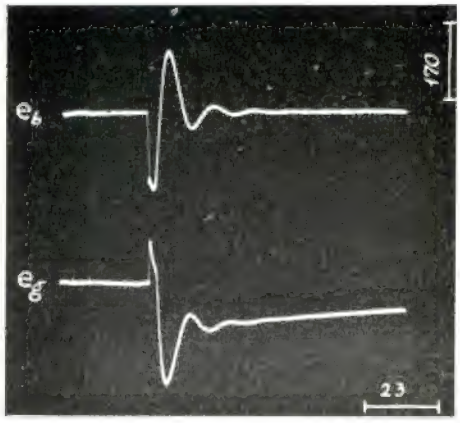
$C = 1000$ pF

$R_k = 50\ \Omega$

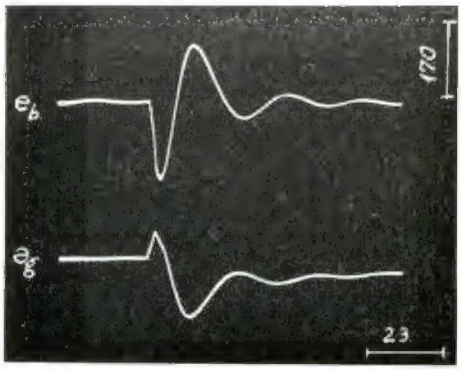
T_r . — 80 × 80

A influência das capacidades em paralelo no enrolamento de placa é absolutamente idêntica à das do enrolamento de grelha.

Quanto às capacidades entre enrolamentos, foram realizados ensaios, colocando capacidades entre pontos homopolares (os enrolamentos são coaxiais e no mesmo sentido), verificando-se ser a sua influência semelhante à das capacidades em paralelo.



Fot. 4-10



Fot. 4-11

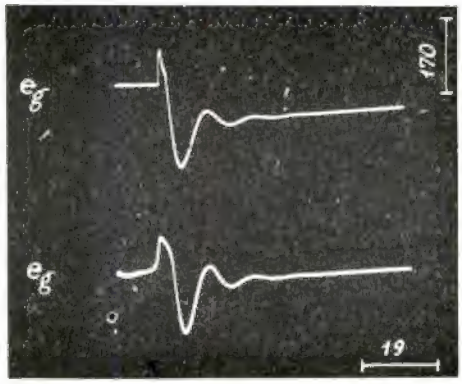
As Fots. 4-10 e 4-11 põem em evidência a influência da capacidade C_{gp}.

Na Fot. 4-10, essa capacidade é a que resulta do tubo e do transformador. Na Fot. 4-11 exagerou-se o seu efeito, com a colocação duma capacidade adicional de 200 pF. Esta capacidade vai constituir uma realimentação negativa (que contraria as variações de e_g induzidas pelas de e_b), e como consequência a tensão de grelha aparece com a amplitude mais reduzida, permitindo uma forma mais sinusoidal da tensão de placa.

Por outro lado, o aumento de capacidade resultante no circuito do transformador vai originar um flanco inicial do impulso mais lento, bem assim como um aumento do período das oscilações durante o corte, e a diminuição do seu amortecimento.

Condições dos ensaios

$E_{bb} = 180$ V
$E_b = -12$ V
$R = 100$ kΩ
$C = 1000$ pF
$R_k = 50\ \Omega$
Tr. — 200 × 200



Fot. 4-12

Na Fot. 4-12 estão representados oscilogramas da tensão de grelha, pondo em evidência a influência da realimentação negativa, agora obtida com a inserção duma resistência no cátodo. Em a), $R_k = 0$. Em b) $R_k = 1000\ \Omega$.

Esta resistência vai aumentar a constante de tempo do regime de carga de C por corrente de grelha, originando assim, tal como acontece com o aumento de C, o alargamento do impulso.

Por outro lado, a realimentação negativa provocada pela queda de tensão no cátodo tem como resultado originar uma forma mais sinusoidal do impulso, sobretudo para a tensão de placa (não figurada). Notar que o oscilograma se refere à tensão e_g e não a e_{gk}, que deverá apresentar muito menor amplitude do que e_g, no período de condução.

Condições dos ensaios

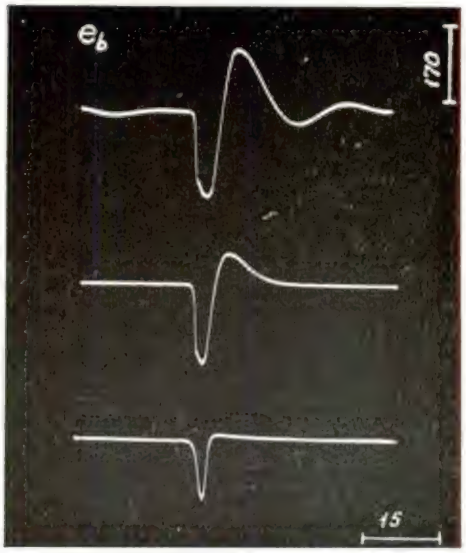
$E_{bb} = 180$ V
$E_a = -10$ V
$R = 100$ kΩ

$C = 1000$ p F

$R_k = 0$ (a)

$= 1000\ \Omega$ (b)

Tr. — 200 × 200



(a)

(b)

(c)

Fot. 4-13

A Fot. 4-13 mostra-nos a influência que as perdas do transformador exercem na duração dos impulsos e nas sobretensões das oscilações que se lhes seguem.

Em (a) as perdas são apenas as existentes no circuito da Fig. 4-7.

Em (b) e (c) foram colocadas, em paralelo com o enrolamento de placa, resistências respectimente de $5\,k\Omega$ e $1\,k\Omega$, para provocar um aumento de perdas. Além da diminuição das sobretensões, com passagem ao regime aperiódico (v. k em 4-4, 4-5) nota-se o encurtamento do impulso, proveniente da diminuição da resistência de entrada do tubo e consequente decréscimo do ganho em circuito fechado (frequências médias) $A = \frac{\mu r}{r + r_p}$, sendo $r = \frac{R_g R_l}{R_g + R_l}$.

Se R_l for bastante maior que R_g médio (caso b), não influenciará o impulso senão quando, cerca do topo, R_g começar a atingir valores mais elevados ($e_g \simeq 0$, $e_b \simeq E_b$). O paralelo r tomará então valores mais baixos em relação ao caso a), no instante correspondente, e a tensão e_b começará a subir, encurtando assim o impulso.

Se R_l for porém de ordem de R_g, (caso c), a sua acção começará a fazer-se sentir sobre r (e portanto sobre A), ainda antes da descida de e_g, ou seja, ainda antes de e_b atingir os seus valores mais baixos, e o impulso aparece assim diminuído em duração e amplitude

Condições dos ensaios

$E_{bb} = 200$ V

$E_a = -10$ V

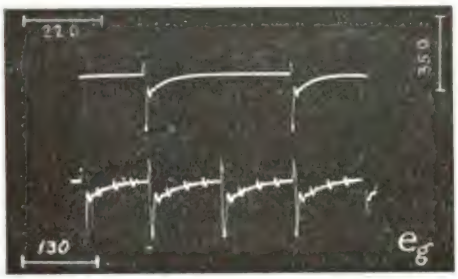
$R_k = 50\ \Omega$

$R = 40\ k\Omega$

$C = 1000$ p F

Tr. — 200 × 200

Na Fot. 4-14 apresentam-se oscilogramas da tensão de grelha, no caso do oscilador de bloqueio monostável, mostrando-se a influência da frequência de repetição do sinal desencadeador.



(a)

(b)

Fot. 4-14

Em a) o impulso desencadeador tem um período bastante maior que a constante de tempo relativa ao período de descarga de C.

Em b), porém, já o período de repetição do sinal exterior é inferior à mesma constante de tempo, pelo que, tendo-se utilizado sinais de pequena amplitude, o oscilador só é desencadeado ao fim de cada 4 impulsos.

O circuito encontra-se assim a dividir a frequência do sinal aplicado.

Condições dos ensaios

$E_{bb} = 220$ V

$E_a = -25$ V

E_s (sinal) $= 10$ V

$R_k = 50\ \Omega$

$R = 40\ k\Omega$

$C = 1000$ p F

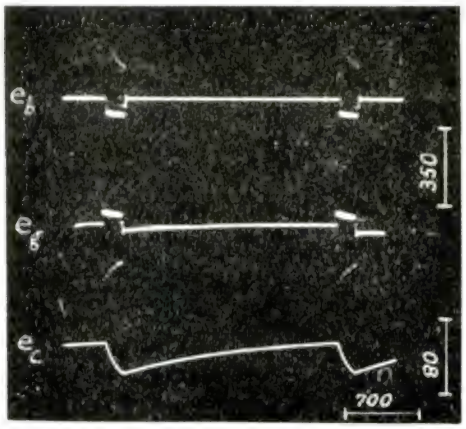
Tr. — 200 × 200

Em qualquer dos casos anteriormente representados, após o corte do tubo, como vimos, a tensão de grelha sobe exponencialmente, tendendo

para a polarização E_a, superior ou inferior a E_{co}. No início deste estado de corte, como também já vimos, aparecem em geral oscilações.

O ramo ascendente da tensão de grelha poderá atingir a tensão de corte E_{co} e desencadear de novo o tubo, se as referidas oscilações forem de grande amplitude (caso do transformador com pequenas perdas ou grandes capacidades, e portanto com fraco amortecimento, ou ainda caso dos impulsos muito largos), ou se a polarização negativa de grelha, que a tensão no condensador constitui, for bastante pequena em módulo (caso de C ou R_k elevados).

Nestas condições o oscilador só será bloqueado após um certo número de oscilações, quando a



Fot. 4-15

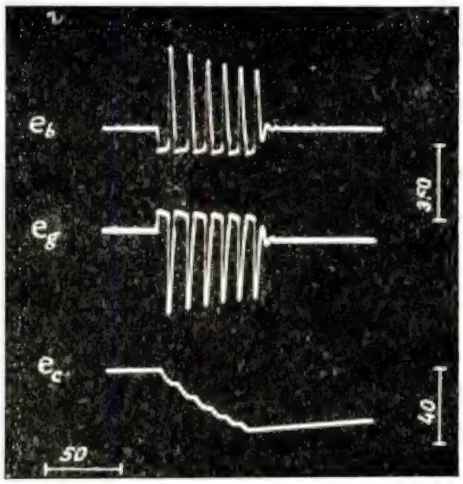
polarização no condensador, mercê de sucessivas cargas e descargas parciais, tiver atingido um nível tal que a oscilação positiva da tensão de grelha já não alcance o valor E_{co}.

A Fot. 4-15 mostra-nos dois destes trens de impulsos, separados por um período de relaxação, durante o qual C vai descarregar a carga negativa obtida por etapas nos sucessivos períodos de condução.

Condições dos ensaios

$E_{bb} = 100$ V
$E_a = 0$
$R = 7{,}2$ kΩ
$C = 0{,}1$ μF
$R_k = 0$
Tr. — 200 × 200

A Fot. 4-16 mostra em pormenor um dos referidos trens (de 6 impulsos), evidenciando o oscilograma de e_C uma série de degraus, correspondentes a outras tantas cargas e descargas parciais.



Fot. 4-16

Vemos como, em virtude do elevado valor da constante de tempo durante os intervalos de corte, se dá uma sucessiva acumulação de cargas no condensador.

Notar ainda a gradual diminuição da duração dos impulsos, originando uma igualmente gradual diminuição das amplitudes das sobretensões nos intervalos de corte, e que resulta de as tensões positivas de grelha (e, com elas, as cargas recebidas por C) decrescerem de impulso para impulso, em virtude do gradual aumento da polarização.

Condições dos ensaios

$E_{bb} = 130$ V
$E_a = -10$ V
$R = 7{,}2$ kΩ
$C = 0{,}1$ μF
$R_k = 0$
Tr. — 200 × 200

BIBLIOGRAFIA

MILLMAN E TAUB — «Pulse and Digital Circuits» — *Mc Graw-Hill* — N. York — 1.ª ed. (1956)

CHANCE ET AL. — «Waveforms» — M. I. T. Radiation Laboratory Series, n.º 19 — *Mc Graw-Hill* — N. York — 1.ª ed. (1949)

ELMORE E SANDS — «Electronics» — *Mc Graw-Hill* — N. York — 1.ª ed. (1949)

BENJAMIN — «Blocking Oscillators» — The Journal of I. E. E. — parte III-A, vol. 93, n.º 7, p. 1159 (1946).

Errata do n.º 277

Pág.	Col.	Linha	Onde se lê	Deve ler-se
171	2	7*	estável	astável
172	2	16	descontinuidade admitida	descontinuidade de r_g admitida
174	2	22	$e_{b1} = E_{bb}$	$e_{b1} \simeq E_{bb}$, por ser $R_1 + R_2 >> R_L$
180	2	4*	estável	instável
183	1	4	R^{L1}	R_{L1}
184	—	7*	$R_{L1} = 0100\ k\Omega$	$R_{L1} = 0/100\ k\Omega$
187	1	21	começar	começar o tubo I
189	2	1*	$e_{b2} = E_{bb}$	$e_{b2} \simeq E_{bb}$, por ser $R_1 + R_2 >> R_L$
191	2	15	$(r_p + R_L)(r_{p2} + R_L)$	$(r_{p1} + R_L)\ (r_{p2} + R_L)$

* a contar do fim

Reunião Internacional dos Laboratórios de Ensaio e Pesquisas sobre Materiais de Construção

Recebemos os estatutos da R. I. L. E. M. — Reunião Internacional dos Laboratórios de Ensaio e Pesquisas sobre Materiais de Construção :

1 — *Estrutura e funcionamento*

Criada em 1947, a RILEM é uma associação internacional, com fins não lucrativos e que se destina ùnicamente a facilitar os contactos e informações científicas entre os seus membros.

A sua estrutura é constituída por membros efectivos, membros associados, representações dos países membros, comissão permanente e secretariado geral.

2 — *Meios de acção*

a) A unificação dos processos de ensaio é levada actualmente a cabo por 5 comissões presididas por :

R. L'Hermite (cimentos e betões)

G. Warflund (aços em B. A.)

H. Rusch (aços de pre-espaço)

M. Rocha (Ensaios Térmicos).

b) As informações são dadas pelo Secretariado-Geral, quer pelo Boletim da RILEM quer por correspondência privada.

As línguas oficiais são o francês e o inglês.

3) As reuniões de informação e discussão têm lugar uma vez por ano. O assunto e data são escolhidos com a devida antecedência.

Completaram a parte escolar do seu curso, no ano lectivo de 1955-1956, os nossos colegas, cujos nomes indicamos por *ordem alfabética:*

ENGENHARIA DE MINAS

Felismino Ferreira Teles
Flávio Virgílio da Silva
Nuno Mendes Alves
Rui Manuel do Carmo Ildefonso
Salvador Maria do Rosário da Câmara Rebelo de Andrade

ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

António Adelino Mendes Calixto Pires
Carlos Manuel Barbosa Gomes da Silva
João Vaz de Araújo Franco
José Alberto de Macedo Pinto
José António Gonçalves
José Henrique de Sousa Barreto
José Lima de Carvalho Amaro
José Maria Palma Ruivo
José Ricardo da Silva Simplício
José do Sacramento Costa
Mário Neves Pereira
Olga Maria Santos Correia de Gouveia
Renato Álvaro Comenda de Aguilar
Rui Afonso Ramos de Almeida
Rui Gonçalo do Carmo Moura
Rui Manuel da Cunha Alegrim
Vergílio dos Reis Cardoso Igreja

ENGENHARIA QUÍMICO-INDUSTRIAL

António Joaquim de Carvalho Coelho
António Maria Soares Couto Rosado
Bernardo Jerosch Herold
Carlos Dewet Mourisca Beaumont
Eugénio Duarte Leitão
Fernando Tiago Sanches
João Manuel Midosi Bahuto Pereira da Silva Martins Pereira
José Eduardo Ribeiro de Noronha
Manuel Duarte Tavares
Maria Fernanda da Cunha Serôdio Duarte Reis Lopes
Maria Florinda Paiva Martins
Maria Helena Alves Venda
Maria João da Silva Roda Costa
Maria de Lourdes Rodrigues Pinto

Miguel Monteiro Mamede
Ruy Álvaro de Almeida Goncalves Costa
Rui Nunes Castelhano
Vítor Manuel Lopes Xavier

ENGENHARIA MECÂNICA

Almiro Del-Negro Fernandes
Américo Alves Bernardino
António Augusto de Figueiredo da Silva Martins
António Dias de Oliveira Lopes
António José Simões Trindade dos Santos
António da Veiga Marques
Carlos Alberto Zanatti dos Santos
Carlos Manuel Pontífice Maricoto Monteiro
Carlos de Sousa Fontainha
Francisco António Cal Vaz Soares Baptista
Henrique Aurélio dos Santos Seabra
Henrique Eduardo Júlio Braz
João Eusébio Damasceno Botequilha
Joaquim Duarte de Almeida Nunes
Jorge Bettencourt de Castro
Jorge Manuel-Águas da Ponte e Silva Marques
José Granés Vilhena
José Guerra Balseiro Fragata
José Joaquim de Almeida Crespo
José Manuel Soares Bento
Luís Alberto de Albuquerque Veloso
Manuel Bento Fialho
Manuel Fialho Bolinhas Nogueira
Manuel Franco Dias
Manuel Frederico Campos Andrade Oom
Mário Lima Infante
Pedro Carlos Dias Lobo Rodrigues dos Reis
Pompeu Moreno Mousaco
Rui Judice Samora da Cunha d'Eça de Freitas
Teddy Maar
Urbino José Nunes Guerreiro
Vasco Rebelo Gomes Viana

ENGENHARIA CIVIL

Alberto Manuel Pinto Pimentel Furtado
Alderico dos Santos Machado
Álvaro Henrique Lonet Delgado Carreira
Alfredo Manuel Florenço Tovar de Lemos
António Alberto L. de Chuquere Gonçalves Costa
António Davies Grancha
António José Correia Mineiro
António Manuel Malheiro Dias de Campos
António Manuel Matias Nascimento Pereira Carvalho

António Monteiro Cardoso
António Pescão de Almeida
António Sarmento Lobato de Faria
Carlos Alberto de Carvalho Bragança
Eduardo Romano Arantes e Oliveira
Fernando de Andrade Belo
Fernando José Soares Mendonça
Fernando Manuel Costa
Henrique Manuel Carmona Rod. Botelho Mourão
Horácio Fernandes Morgado
Ismael Luís Pimentel de Oliveira
Jaime dos Reis Simões Cordeiro
João António da Costa C. F. Cereveira do Amaral
João Manuel Pinto Cruz Malato
João Maria Póvoa
João Marques Tavares
João Pedro da Silva B. Poole da Costa
Joaquim Ambrósio Simões Cordeiro
Joaquim Florêncio Gomes Carvalho Franco Patacão
Joaquim Henrique de Castro e Sousa Carrusca
Joaquim Jacinto Ferreira
Jorge Manuel Garcia da Fonseca Ferloiro
José Acácio Martins Garcia
José Carlos Calçada Bastos Ayres
José Jacinto Alves
José João Colen Marques da Silva
José Manuel Franco Carretas
José Paulo Castelo Lopes
Luís Gabriel da Fonseca Cavaleiro
Luís de Herédia
Luís Manuel Carvalho de Figueiredo Casanova
Manuel Frederico Bastos Saragoça
Manuel João Esteves Ferreira
Mário Salazar Roque da Fonseca
Mário Tavares Farinha
Miguel Augusto Barreira Vieira
Miguel Ferreira Libano Monteiro
Virgílio Craveiro Lopes Preto

DO MUNDO TÉCNICO

REVISTA DAS REVISTAS

C. D. U. 678.54.057 [621.365.5]

A soldadura por alta-frequência do acetato de celulose

Este estudo tem por fim examinar os novos métodos utilizados para a construção, com grande rendimento, de embalagens de acetato de celulose, cujas qualidades (transparência, semi-rigidez, impermeabilidade aos gases, líquidos e produtos químicos) são bem conhecidas.

Fabrico de folhas de acetato de celulose

Dobragem das folhas — A questão da dobragem tem especial relevo na construção de caixas; estas são cortadas primeiramente segundo uma forma bem definida que compreende o fundo, os quatro lados e as bandas que fixam os lados; a folha assim cortada é dobrada segundo o modelo definitivo da caixa.

Os processos actuais consistem em dobrar, segundo um ângulo de 90°, por impulsões térmicas; trabalha-se sobre uma régua quente e só se pode dobrar um lado de cada vez. Pelo contrário, quando se emprega a soldadura por alta-frequência, constata-se que um eléctrodo representando as linhas de dobragem da caixa pode, sendo aplicado sobre um modelo em fenoplaste, realizar, em duas operações, a dobragem total da caixa.

Conforme a importância da produção, emprega-se um eléctrodo e um modelo de baquelite, com as dimensões da caixa a realizar, ou um eléctrodo e um modelo regulável nas duas dimensões. Uma regulação da penetração do eléctrodo é indispensável para evitar qualquer marcação no lugar da dobra.

O emprego da alta-frequência pode ocasionar a combustão do material (flash) quando a máquina, mal regulada, não tem protecção. Mais adiante se verão as qualidades a exigir a uma soldadura de alta frequência.

Formação de folhas de acetato de celulose — A formação a quente das folhas de acetato de celulose efectua-se fazendo o vazio sobre uma forma pré-estabelecida. A embalagem já feita é completada com o seu conteúdo e coloca-se uma folha de acetado de celulose sobre ela, solda-se em seguida em redor da embalagem de modo a obter a vedação estanque; note-se que é possível soldar esta folha deformada, sob vazio, sobre um cartão endurecido.

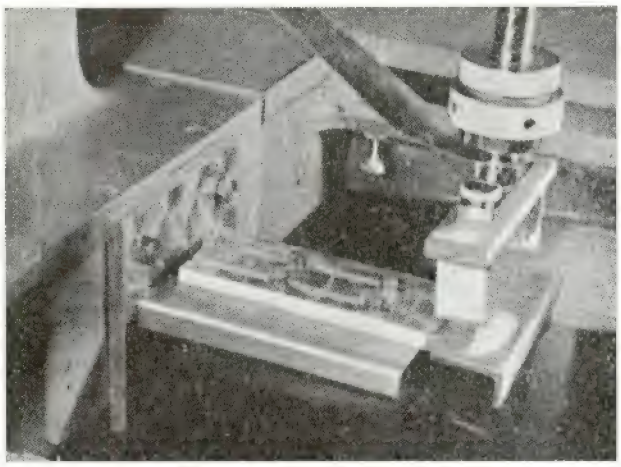
Soldadura

Há muito tempo se vêm ensaiando outros métodos de soldadura que podessem substituir o antigo método da colagem com acetona, com largo emprego na construção de caixas, embalagens e coberturas de candeeiros.

O acetato de celulose e o aceto-butirato são difìcilmente soldáveis por impulsões infra-vermelhas; utilizando o aquecimento por perdas dieléctricas podem-se obter, em certos casos, excelentes resultados.

Pode-se utilizar uma soldadura electrónica regulada para uma certa frequência, munida obrigatòriamente dum sistema «anti-flash» eficaz a fim de evitar as queimaduras do material.

A colagem com acetona empregue até agora exige um pessoal habilitado, postos de secagem complicados, e, por isso, é relativamente lenta. Pelo contrário, a soldadura por alta-frequência é extremamente rápida e permite a soldagem de caixas e estojos, seja canto a canto, como na colagem, seja por um método mais racional que consiste em soldar, numa única operação, um lado da caixa ou a totalidade dum estojo, empregando um eléctrodo em T ou rectangular.



Pormenor dos eléctrodos

As formas e dimensões muito variáveis das caixas podem fazer pensar que seria necessário ter um eléctrodo e um contra-eléctrodo para cada dimensão; tal não é necessário porque, se trabalhamos com um contra-eléctrodo regulável, montado sobre uma cruz, o mesmo eléctrodo, com uma regulação de posição conveniente, permite a construção de caixas de diferentes dimensões.

Uma mesma máquina deve permitir a soldadura de formas e de dimensões diferentes, de 5 a 700 mm aproximadamente. Basta, para tal, regular a potência do gerador e mudar os eléctrodos entre os quais se efectua a soldadura, operação que era impossível nas máquinas térmicas ou de infra-vermelhos.

É necessário evitar, na soldadura, um esmagamento exagerado de material, o que torna indispen-

sável poder regular, por uma limitação da penetração (regulação da penetração em máquina T. R. M.), a profundidade da soldadura, o que, a não se evitar, provocaria a quebra da soldadura.

Uma montagem especial (patente T. R. M.) permite, igualmente numa operação, uma soldadura circular para fabricar fundos de caixas.

O estudo da soldadura alta-frequência, aplicado ao acetato de celulose e ao aceto-butirato, exige um certo número de qualidades indispensáveis que deve possuir uma soldadura alta-frequência, de modo a permitir um rendimento industrial, e que são:

Sob o ponto de vista electrónico

— Controle constante da soldadura: pela auto-regulação do oscilador.
— Protecção «anti-flash»: montagem judiciosa da máquina com bloco de protecção de «tyratrons» evitando todas as queimaduras e qualquer paragem repentina da cadência.
— Um acordo variável: de modo a permitir a soldadura de materiais diferentes (uma mesma máquina pode empregar materiais diversos: acetato, Rilsan, cloreto de polivinilo).
— Uma frequência adequada: permite a soldagem sem isolador.

Sob o ponto de vista mecânico

— Uma pressão variável: permite soldar espessuras diferentes.
— Regulação de penetração da soldadura: evita o esmagamento exagerado da soldadura.
— Um sistema rápido de colocação e regulação dos eléctrodos e contra-eléctrodos: permitindo uma grande variedade de soldaduras.

NOTAS TÉCNICAS

C. D. U. 625.42:624.19

O novo metropolitano de Estocolmo

Uma rede de 30 km, construída sobre terra, sobre e sob água

Foi inaugurada no dia 24 de Novembro de 1957, pelo Rei Gustavo.

Gastaram-se cerca de 16 600.000 horas de trabalho neste empreendimento.

Os 2 troços já existentes foram ligados por um «anel final». As considerações que se seguem serão relativas a este anel.

Embora curto, obrigou, a sua construção a resolução de difíceis problemas de ordem técnica.

Das duas estações existentes neste troço, Centralen é a maior e apresenta a particularidade de ser em 2 pisos. Este sistema foi o preferido, pois acarretava menores danos sobre as estruturas existentes à superfície; e também por ser possível a sua construção em túnel na rocha.

Se bem que as vias inferiores estejam 10 metros abaixo do nível do mar não se tornou necessária qualquer impermeabilização.

Ao sul da Estação «Centralen» onde o lago Mälav se lança no Báltico, as duas vias superiores descem para formarem com as inferiores um sistema de 4 vias ao mesmo nível.

Aqui, os Engenheiros do Departamento das Obras Públicas de Estocolmo tiveram que resolver os problemas técnicos mais complicados de toda a rede.

A rocha encontrava-se a uma profundidade de 25 metros sob água e recoberta de argila mole e inconsistente.

Após longo estudo foi decidido empregar 3 caixões pneumáticos de betão. Foram imersos e afundados na argila, e para aumentar a estabilidade do solo adjacente congelaram-se pilares de terra, com um diâmetro cerca de 90 cm, por meio de tubos de refrigeração.

A congelação foi regulada por forma a assegurar um máximo de estabilidade na altura mais crítica da operação de submersão dos caixões.

Quando os caixões ficaram nas suas posições, a estrutura foi reforçada, e lançou-se a base de betão.

As 4 vias correm paralelas através do Norrström no interior duma estrutura comum, cujas dimensões foram determinadas em função da impulsão a que está sujeita. Todo o material rolante (350 vagons) foi construído na Suécia.

Cada vagon tem 4 motores, dois para cada bogie, o que assegura uma rápida aceleração e torna possível a utilização eficaz dos freios de resistência.

A corrente é fornecida por 4 motores de 108 C. V, através de um terceiro carril.

A velocidade máxima é de 75 km/hora. O sistema de frenagem consiste num freio de resistência electro-dinâmico, combinado com o freio pneumático, que começa a funcionar progressivamente quando a velocidade é reduzida para uma paragem.

O sistema de segurança oferece optimas garantias.

Num painel de observação situado aproximadamente a meio da rede, pode-se seguir o movimento de todos os comboios. Na cabine do maquinista há também um painel de aviso. No caso do maquinista não atender ao aviso os travões são accionados automàticamente.

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

José Fernando Pinharanda, Alexandre Gomes Cerveira, Carlos Ramalho Carlos, Alberto Esteves Guerra, e Arménio de Oliveira Faria

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 51 (076.1)

Pontos de exame de frequência e finais. (Matemáticas Gerais, Geometria Descritiva, Álgebra Superior, Geometria Projectiva, Análise Infinistesimal e Mecânica Racional.

Gazeta de Matemática, Março e Junho de 1956, vol. 17, n.os 63-64, págs. 35-47.

Colecção de 80 problemas saídos em exames de Escolas Superiores em 1956.

C. D. U. 512.83 : 697.33

Methode Matricielle de calcule des Tuyauteries soumises à expansion Thermique entravée — *Louis Blanjean.*

Acier, Stahl, Steel, 10-957, 22.º ano, n.º 10, pág. 413.

C. D. U. 517.27

Máximos e mínimos de algumas funções algébricas — *Ventura, Manuel Joaquim Sousa.*

Gazeta de Matemática, Março e Junho de 1956, vol. 27, n.os 63 e 64, págs. 19-32.

Destinado aos candidatos a admissão às Escolas Superiores.

C. D. U. 532.54+518.4

Méthode de tracé des écoulernents reéls de faible perdes d'energie — *Meyer.*

La Houille Blanche, 5-6-957, n.º A/57, pág. 303-314.

C. D. U. 532.576+532.542

Pertes de charge des conduits cylindriques de section non circulaire et de rugosité héterogéne — *A. Fortier.*

La Houille Blanche, 5-6-957, n.º A/57, pág. 325-330.

C. D. U. 532.595

La lecture des ondes de coup de bélier sur tracé de Bergeron — *Schlag.*

La Houille Blanche, 5-6-957, n.º A/57, pág. 296-301.

C. D. U. 534.837 : 628.12 (427-9)

Reducing noise — *A. J. King.*

The Metropolitan — Vickers Gazette, 10-957, vol. 28, n.º 459, págs. 240 247.

C. D. U. 539.17.002.68

O destino dos resíduos radioactivos de reactores de energia atómica — *Eng. Havold A. Thomas Jr.*

D. A. E., 9-956, ano 17, n.º 28, págs. 7-11.

C. D. U. 539.26 [621.791]

La radiographie des soudures du pont Saint-Alban (Suisse).

Acier Stahl, Steel, 10-957, ano 22, n.º 10, pág. 423.

C. D. U. 621.3.015.33 : 621.3.045

Prédétermination par le calcul des contraintes eléctriques d'un enroulement soumis à une tension de choc — *Waldvogel, P., et R. Rouxel.*

Rev. Brown Boveri, t. 43, 1956, n.º 6, págs. 206 a 213.

ATLANTIC
UMA TINTA
PARA CADA FIM
FABRICA LUSITANA
DE TINTAS E VERNIZES
LIMITADA
FUNDADA EM 1917

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES AMADEU GAUDENCIO

CONSTRUÇÕES CIVIS • BETÃO ARMADO

CARPINTARIA MECÂNICA • TRABALHOS DE PINTURA

Telefones: PPCA 4 31 91 - 4 31 92 - 5 90 00 End. teleg.: CONSTRUÇÃO

Depósito de Materiais

ESTRADA DE MOSCAVIDE, 17 — LISBOA

Telef. 38 90 72

C. D. U. 621.313 : 621.463 [656].003.(41)

Combining two types of power in a single vehicle — *D. A Jones.*

Engineering, 8-11-957, vol. 184, n.° 4783, págs. 596-597.

C. D. U. 621.313.322-82 : 621.311.21 (481)

Hydroelectric generators at dura power station.

The Metropolitan — Vickers Gazette, 10-957, vol. 28, n.° 459, págs. 228-231.

C. D. U. 621.313.322-82

Generators por Hydro-electric Power Stations — *Wilhelm Kürstner.*

Siemens Review, 10-957, vol. 24, n.° 4, pág. 135 a 136.

C. D. U. 621.313.36 : 621.313.333.07 : 621.771.2

Groupes Scherbius pour laminoirs obliques et laminoirs à pas de pélerin.

Rev. Brown Boveri, 11-956, n.° 11, págs. 506-511.

C. D. U. 621.314.21 : 621.318.42

Transformateurs et bobines d' extinction à tôles radiales — *Meyerhans, A.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), n.° 6, p. 187-205.

C. D. U. 621.314.21(71)

Gros transformateur triphasés pour le poste de North Shore, près de Vancouver — *Greuter, E.*

Rev. Brown Boveri' t. 43 (1956), n.° 6, p. 226-231

C. D. U. 621.314.21.027.838

Commandes remarquables de transformateurs à 380 kV — *Christoffel, M.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), n.° 6, p. 224-225

C. D. U. 621.314.634 : 621.3.016.35

El estabilizador de selenio y la carga variable — *Rolf-Werner Mayer.*

La AEG al dia, 1-955, n.° 1, pág. 36 a 37.

C. D. U. 621.314.65

Remarquables propriétés de nouvelles valves redresseurs à haute tension — *Hübner, R.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), n.° 12, p. 555-558.

C. D. U. 621.369.66 [676.2.05]

Comande automatique et régulation électronique des raffineurs de pâte à papier.

Appareillage, 10-957, pág. 1 a 8.

C. D. U. 621.397.26+621.396.5

Danish Radio link Network for transmission of TV programs and Blocks of 600 Telephone — *Pseben Christensen and Herbert Holzwarth.*

Siemens Review, 10-957, vol. 24, n.° 4, pág 111-118.

C. D. U. 621.463 : 621.313 [656].003. (41)

Combining two types of power in a single vehicle — *D. A. Jones.*

Engineering, 8-11-957, vol. 184, n.° 4783, pág. 596-597.

C. D. U. 621.396.43.029.6 : 621.376.5

Faisceaux hertziens hyperfréquences à modulation par impulsions — *Paul, H.*

Rev. Brown Boveri, t 43 (1956), n.° 9, p. 344-351.

C. D. U. 621.396.43.029.6 : 621.376.3

Construction et utilisation des équipements de faisceaux hertziens à modulation de fréquence pour un petit nombre de voies — *Weiss, H.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956) n.° 9, p. 352-358.

C. D. U. 621.396.43.029.6 : 621.341

Les faisceaux hertziens au service de la production et de la distribution de l'énergie électrique — *Quervain, A. de*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), n.° 9, p. 358-360.

C. D. U. 621.396.43.029.6.004.17

Mesures destinées à augmenter la sécurité des liaisons par faisceaux hertziens — *Wigdorovits, I.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), p. 361-368.

C. D. U. 621.396.43.029.6.001.2

Auxiliaires destinés à faciliter l'élaboration de projets de faisceaux hertziens — *Schweizer, R.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956) n.° 9, p. 368-370.

C. D. U. 621.396.6.029.6

Eléments constitutifs des équipements hyperfrèqnences — *Käch, A.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), n.° 9, p. 371-377.

C. D. U. 621.396.6.001.4

Sur la fabrication et le contrôle des équipementes de radiocommunications à but commercial — *Riesterer, F.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956) n.° 9, p. 378-383.

C. D. U. 621.396.43.029.6 : 621.396.822.1

Le problème de la diaphonie inintelligible dans les faisceaux hertziens à petit nombre de voies — *Wigdorovits, I.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), n.° 9, p. 384-393.

C. D. U. 621.398 : 623.454.91

Téléguidage de fusées par faisceau hyperfréquence tournant autour d'un rayon-guide — *Schönsleben, M.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), n.° 9, p. 393-398.

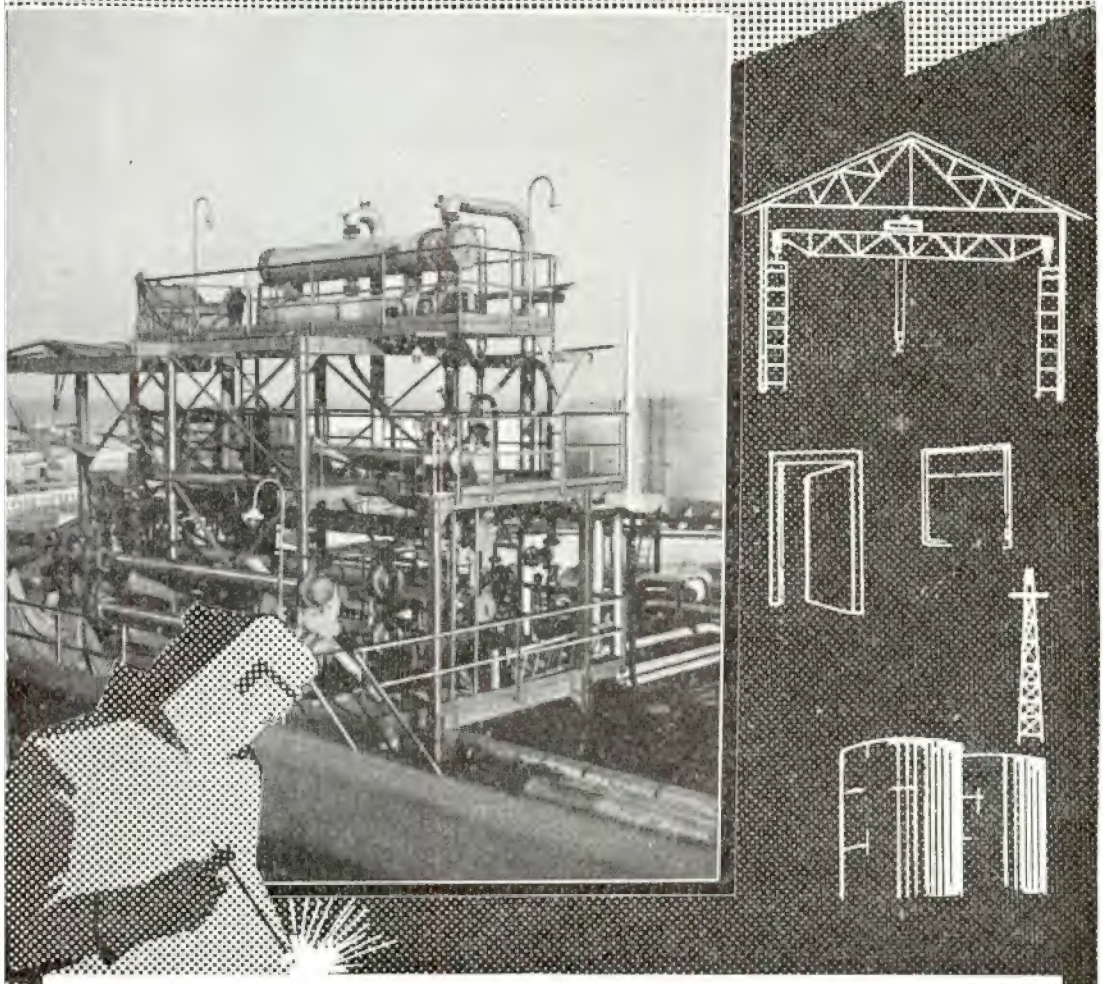
C. D. U. 621.791.736

Détermination de la grandeur et de la puissance des machines à souder par résistance — *Kocher, H. et E. Weber.*

Rev. Brown Boveri, t. 43 (1956), n.° 7, p. 266-271.

FÁBRICA METALURGICA E CONSTRUTORA

CARAVELA, L.DA



CONSTRUÇÃO E SERRALHARIA CIVIL • ESTRUTURAS METÁLICAS
PONTES E POSTES METÁLICOS • CAIXILHARIA E PORTÕES
PONTES ROLANTES • SERRALHARIA ARTÍSTICA • CALDEIRARIA
SOLDADURA ELÉCTRICA • GALVANOPLASTIA • RADIADORES

CARAVELA L.DA

AV. INFANTE D. HENRIQUE — TALHÃO 10

TELEFONES 399008 — 399480

CABO RUIVO — LISBOA PORTUGAL

C. D. U. 624.042.7

Le calcul des ouvrages résistant aux tremblements de terre sur la base des propriétés dynamiques de ceux-ci — *G. W. Housner.*

Béton Armé, 6/9-957, n.º 6, pág. 5.

Artigo traduzido do «Jornal of the American Concret Institute», de Junho de 1956.

C. D. U. 624.057.1 — 011.1

Sistema H. B. — prefabricacion en madera — *Hilding Broseniers.*

Informes de la Construcción, 1-957, n.º 87.

C. D. U. 624.073.7

Les poutes dalles hiais — *A. Guerrin*

Béton Armé, 6/9-957, n.º 6, pág. 12-14.

C. D. U. 624.074.7 — 012.4 : 691.834

Tuyaux en béton suivant la norme allemande DIN 4032 — *K. Roske.*

Béton Armé, 6-9-957, n.º 6, pág. 33-39.

Artigo traduzido de «Betonstein-Zeitung», de Julho de 1956.

C. D. U. 624.074.7 — 012.47

Depósitós y silos de hormigon pretensado — *Ostenfeld e Kalthange.*

Revista de Obras Públicas, 1-957, n.º 2901, pág. 37-38.

Extraído da revista «Travaux», Outubro de 1956.

C. D. U. 624.131.52

Compactacion dinamica del suelo — *António Augusto Alvarez.*

Revista de Obras Públicas, 12-956, n.º 2900, pág. 624-647.

C. D. U. 624.132.6

La Trailla.

Informes de la Construcción, 10-957, n.º 94.

C. D. U. 624.138.51 [625.14]

Estabilización de vias férreas por el procedimento de inyección de mortero de cemento Portland

Cemento «Portland», 3-4-956, n.º 40, pág. 8-16.

C. D. U. 625.14-072.221

Calcul simplifié de la flexion des rails par le théorème des «trois moments» — *Storey (C.).*

Bulletin du Congrès des Chemins de fer, n.º 8 août, p. 628.

C. D. U. 625.142-012.4

Traviesas de hormigón armado — *Frankir-Bagen.*

Informes de la Construcción, 1-957, n.º 87.

C. D. U. 627.82 [626.1]

Navegacion y Aprovechamiento hidroelectrico del rio San Lorenzo.

Informes de la Construcción, 10-957, n.º 94.

C. D. U. 627.82

Las presas más altas del mundo — *W. H. Holmes.*

Informes de la Construcción, 10-957, n.º 94.

C. D. U. 627.822

Selto del volturno — *C. Cacchia e G. Sambito.*

Informes de la Construcción, 10-957, n.º 94.

C. D. U. 627.824.7

La presa de San Martin y los Saltos de Montefurado y Sequeiros.

Informes de la Construcción, 10-957, n.º 94.

C. D. U. 627.827

Presa bóveda de la grougra — *Vários.*

Informes de la Construccion, 5-957, n.º 91, pág. 531-25.

C. D. U. 627.828 : 620.92

Aprovechamiento hidroeléctrico del rio Navea.

Informes de la Construcción, 5-957, n.º 91, pág. 530-10.

C. D. U. 629.13.06

Controle de c. a. para sistema eléctricos dé aviões — *Mershon, C. L., e Schnh, N. F., Jr.*

O Engenheiro Westinghouse, 6/9-956, vol. 12, n.º 2, págs. 34-9.

C. D. U. 654.152:351.824.11

Telephone and Long-Range Dialing Equipment for Electricity Supply Companies — *Albert Lindhorsf and Herbest Westphal.*

Siemens Review, vol. 24, n.º 4, pág. 123-130.

C. D. U. 656.1 (73) : 656.2 (73)

Le «Railvan» marie la route et le rail.

Bulletim du Congrès des Chemins de fer, nº 3, mars, p. 227.

C. D. U. 656.211.(492)

Les abris de quai de la douvelle Gare Centrale de Rotterdam — *Noyon (S.).*

Bulletin du Congrès des Chemins de fer, nº 6, juin, p. 441.

C. D. U. 656.212.8 (73)

L'électronique perfectionne la pesée des wagons «en mouvement».

Bulletin du Congrès des Chemins de fer, nº 3, mars, p. 220.

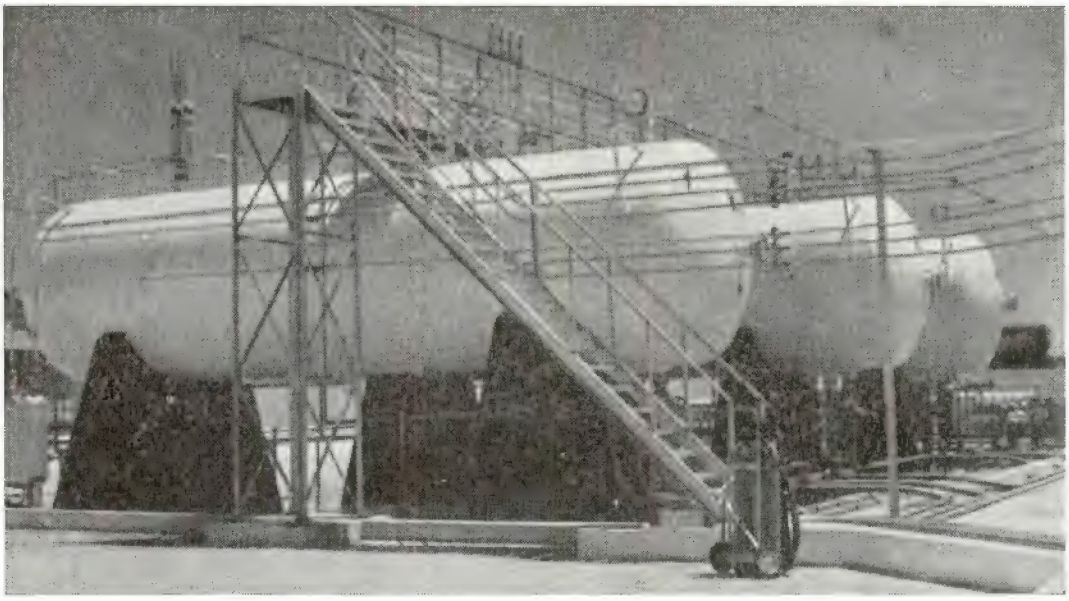
C. D. U. 656.212.5 : 656.254

Télécomande par radio d'une locomutive électrique de refoulement — *Weidlich (H.).*

Bulletin du Congrès des Chemins de fer, nº 5, mai, p. 404.

VALENTINE

ACABAMENTOS INDUSTRIAIS



Reservatórios da CIDLA/SACAVÉM

Uma boa aplicação do esmalte VALENITE

Para primários, aparelhos, tintas especiais, esmaltes, e todos os acabamentos, consulte sempre a VALENTINE

LISBOA
Máquinas e Tintas, L.da
Rua do Alecrim, 49
Tel. 36 81 81/82

PORTO
Soc. Valentine Portuguesa, S.A.R.L.
Rua do Bolhão, 200
Tel. 2 63 44

C. D. U. 669.12.018

The effect of impurities on the properties of pure iron — *J. D. Fast.*

Metallurgia, 9-956, vol. 54, n.º 323, págs. 123 7.

Condensado de Stall u. Eisen, 73, 1484-96.

C. D. U. 669.14.018.25 : 678.057

Tool Steels for the moulding of Plastics — *C. C Hanson. A. I. M.*

Metallurgia, 9-957, vol. 56, n.º 335, pág. 109-114.

C. D. U. 669.24.014 : 621.78

Comportement du nickel aux températures élevées. Traitements thermiques et mécaniques.

Revue du Nickel, 1-3-957, vol. 23, n.º 1, pág. 18-25.

C. D. U. 669.531.7

The Prodution of Zinc in a Blast Furnace — *S. W. K. Morgan.*

Metallurgia, 9-957, vol. 56, n.º 335, pag. 115-120.

C. D. U. 669.712

Fabricación de alúmina de las arcillas caoliníticas — *Pedro Lópes Gómez.*

Ion, 7-956, vol. 16, n.º 180, págs. 410/7

21 ref. bib.

C. D. U. 674.048.3

Insecticide which penetrates strectural timbers (Protection against many generations of pests).

Building Materials, 8-957, vol. 13, n.º 8, pág. 342.

C. D. U. 676.2.06

Sobre los filtros húmedos de la máquina de papel y su constitución — *José Orihuela Aguila.*

Ion, 5-955, vol. 16, n.º 178, págs. 275-277.

C. D. U. 678.71 : 536.7

Nouveau procédé de polymérisation d'oléfines sous basse pression — *M. Hazéra.*

Industrie des Plastiques Modernes, 6-957, vol. 9, n.º 6, pág. 39.

C. D. U. 678.742.2 : 678.027.74

Cires de Polyéthylène A. C. et moulage par injection — *André Destable.*

Industrie des Plastiques Modernes, 6-957, vol. 9, n.º 6, pág. 41.

C. D. U. 678.742.3 (45)

Le Polypropylène italien «Moplen».

Industrie de Plastiques Modernes, 6-957, vol. 9, n.º 6, pág. 16.

C. D. U. 699.88

Le béton pour le protection contre les radiations — *Jaeger.*

Béton Armé, 4-5-957, n.º 4-5, pág. 35-45, 44-49.

C. D. U. 711 + 33

Économie et urbanisme — *François Walter.*

Urbanisme, 1957, n.º 54, pág 98-99.

C. D. U. 711.5

Caractère organique des tissus urbaines — *Gaston Bardet.*

Urbanisme, 1957, n.º 54, pág. 85-92.

C. D. U. 712 (45)

Thémes de jardins italens — *Louis Hoym de Marien.*

Urbanisme, 957, n.º 54, pág. 114-124

C. D. U. 725.13

Ayuntamiento de Rödovre — *Arne Jacobsen*

Informes de la Construccion, 5-957, n.º 91, pág. 145-38.

C. D. U. 725.39

Aeropuerto central (México) — *Vários.*

Informes de la Construccion, 5-957, n.º 91, pág. 540-11.

C. D. U. 725.39 : 624.014.27

Hangar en tubes soudés — *F. Rouet.*

Acier Stahl Steel, 7-8-957, n.º 7-8, pág. 313-317.

C. D. U. 725.39 : 625.731

Aeropuerto de Maison-Blanche — *Lathuillière e Di Martino.*

Informes de la Construccion, 2-57, n.º 88, pág. 540-10.

C. D. U. 725.4

Edificios de oficinas, en los Angeles — *Victor Gruen.*

Informes de la Construccion, 5-57, n.º 91 pág. 125-16.

C. D. U. 725.73

Casa de baño en Massachussets — *Coletti Brothers.*

Informes de la Construccion, 8-9-957, n.º 93, pág. 151-20.

C. D. U. 725.823.4

Cine-Teatro Maestro, Roma — *Riccardo Morandi.*

Informes de la Construccion, 10-1957, n.º 94.

C. D. U. 725.826

Parque de desportos (Cepenhague) — *Arne Lundgreku.*

Informes de la Construccion, 8-9-957, n.º 93, pág. 152-28.

C. D. U. 725.826

Estádio de Hannover — *Heing Goesmann* e *Rudolf Hillebrecht.*

Informes de la Construccion, 8-9-957, n.º 93, pág. 152-29.

Lusinstal

EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, LDA.

Fabricante, Armazenista, Importador e Exportador de material eléctrico

ESPECIALIZADOS EM :

Armaduras para iluminação fluorescente e incandescente para todos os fins

Quadros eléctricos de todos os tipos

Material estanque

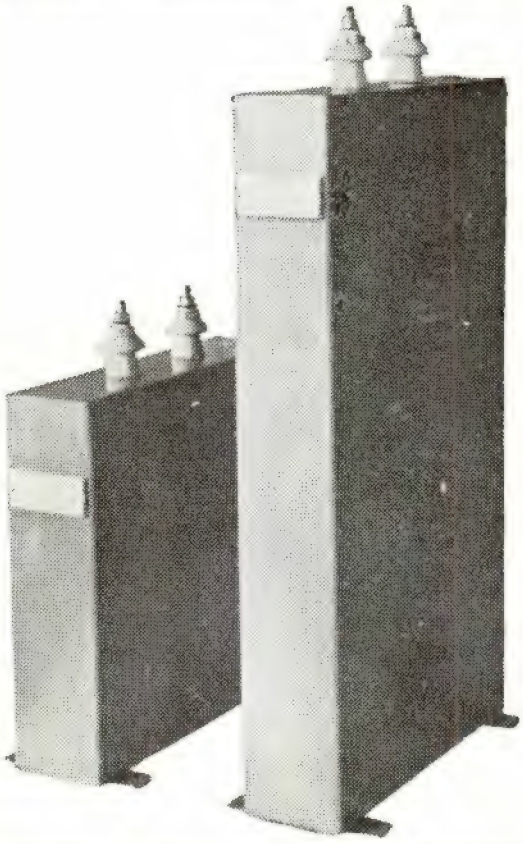
Condutores eléctricos de alta e baixa tensão

RUA DE SANTA BÁRBARA, 81, 1.° C

Telef. **PPCA 73 21 52** (5 linhas)

End. telegráfico — **LUSINSTAL**

LISBOA



CORRECÇÃO DO COS φ

COM

CONDENSADORES

HAEFELY

PARA ENTREGA IMEDIATA

REPRESENTANTES

AZEVEDO & PESSI, L.DA

RUA NOVA DO ALMADA, 46-1.° — LISBOA

Telef.: 2 44 95 — 2 98 79 — 2 03 54

C. D. U. 725.826

Centro nacional de desportos (Londres) — *J. L. Martin.*
Informes de la Construccion, 8-9-957, n.º 93, pág. 152-30.

C. D. U. 725.826 : 628.96

Iluminación del estádio Santiago Bernabéu — *Julio Hernandez Rubio e Ignacio Cabrera.*
Informes de la Construccion, 8-9-957, n.º 93, pág. 152-31.

C. D. U. 725.86

Pistas de patinaje — *L. Saint-Calbre.*
Informes de la Construccion, 8-9-957, n.º 93, pág. 153-1.

C. D. U. 725.87

Oceanarium de Palos Verdes — *Pereira e Luckman.*
Informes de la Codstruccion, 8-9-957, n.º 93, pág. 151-19

C. D. U. 725.91

Le nouveau hall du Parc des Expositions de la Porte de Versailles à Paris — *Ferdinand Delorme.*
Acier Stahl Steel, 2-1957, n.º 2, pág. 59-67.

C. D. U. 726.4

Capilla, en Texas — *Arthur Fehr y Charles Granger.*
Informes de la Construccion, 1-957, n.º 87.

C. D. U. 726.4

Capilla, en colorado — *James Hunter.*
Informes de la Construccion, 1-957, n.º 87.

C. D. U. 726.4

Capilla, en Costillares — *F. Cassinelo.*
Informes de la Construccion, 1-957, n.º 87.

C. D. U. 726.5

Iglesia, en Royan — *Sarger e Gillet.*
Informes de la Construccion, 6-7-957, n.º 92, pág. 148-47

C. D. U. 726.5

Iglesia, en Bélfort — *Marcel Lods.*
Informes de la Construccion, 1-957, n.º 87.

C. D. U. 726.5

Iglesia, en Coventry — *Lavender, Twentynan y Percy.*
Informes de la Construccion, 1-957, n.º 87.

C. D. U. 727.1

Construção de escolas na cidade de Haia — *J. C. Herpel.*
A arquitectura portuguesa, cerâmica e edificação, 6-957, n.º 11, pág. 13-24.

C. D. U. 737.1

Escola do Bairro de S. Miguel — *Ruy Atouguia.*
A arquitectura portuguesa, cerâmica e edificação, 6-957, n.º 11, pág. 4-12.

C. D. U. 727.2

Lycée de jeunes filles a Stockholm — *Ahrbom et Zimdahl.*
L'Architecture Française, 948, n.os 81-82, pág. 46.

C. D. U. 727.3

Institut de Sciences et Pharmacie Université de «Des Moines» (U. S. A) — *Swanson et Saarinen.*
L'Architecture Française, 948, n.º 81-82, pág. 53.

C. D. U. 727.3

Colegio mayor Aquinas — *Garcia de Paredes e Rafael de le Hoz.*
Informes de la Construcción, 6-7-957, n.º 92, pág. 142-13.

C. D. U. 727.3

Université de Caen — *Bernard et Hut.*
L'Architecture Française, 948, n.os 81-82, pág. 7.

C. D. U. 727.4

La Maison de la Forêt (Helsinki) — *Jussi Paatela.*
L'Architecture Française, 948, n.os 81-82, pág. 39.

C. D. U. 727.4

Institut National d'Agronomie Tropicale — *Michel Roux-Spitz.*
L'Architecture Française, 948, n.os 81-82, pág 31.

C. D. U. 728.1

Caisse Centrale d'Allocations Familiales de la région parisienne. Conception architecturale — *Lopez e Reby.*
Acier Stahl Steet, 9-957, n.º 9, pág. 337-339.

C. D. U. 728.1

Caisse Central d'Allocations Familiales de la région parisienne. Realisation technique — *Pascaud.*
Acier Stahl Steet, 9-957, n.º 9, pág. 340-350.

C. D. U. 728.2

Casa-estudio de um escultor — *Erno Venturelli.*
Informes de la Construcción, 5-957, n.º 91, pág. 161-55.

C. D. U. 728.2

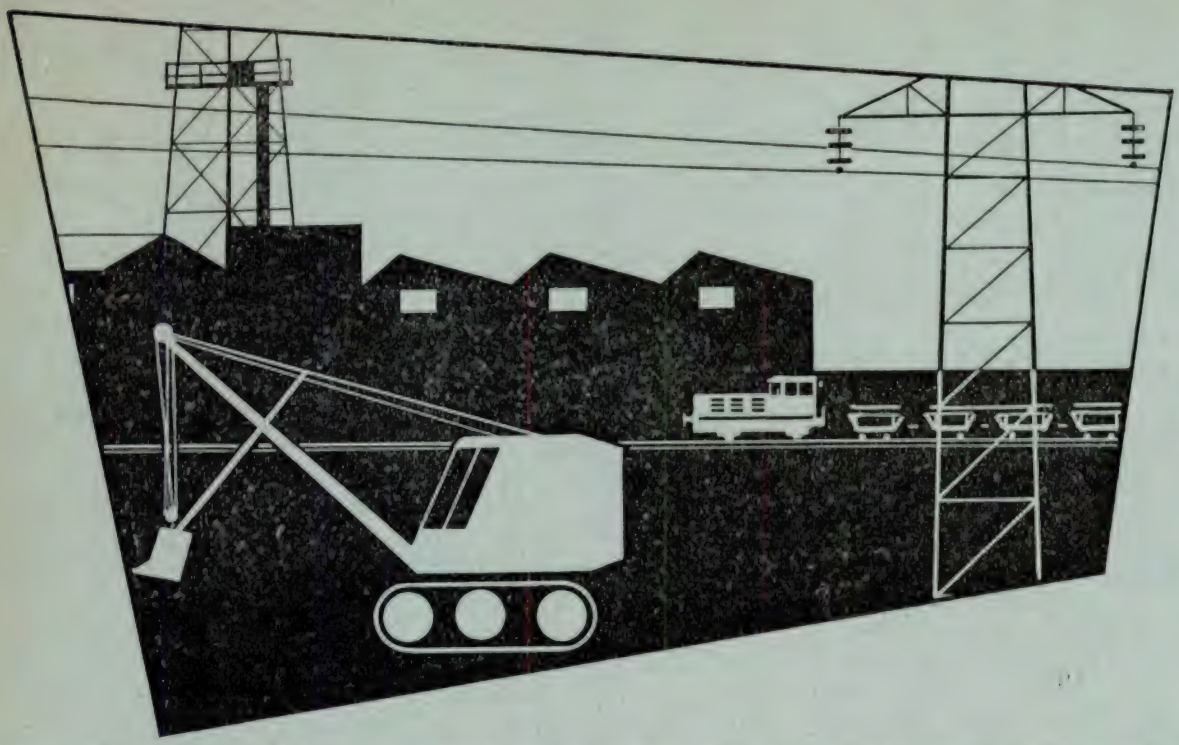
Residencia en Beverly Hills — *Richard Neutra.*
Informes de la Construcción, 6-7-957, n.º 92, pág. 161-56.

C. D. U. 728.5

Hetel en Lappand — *Erskine e Ritzén.*
Informes de la Construcción, 5-957, n.º 91, pág. 147-6.

C. D. U. 728.7

Vivienda en una granja — *Rino Levi e Cerqueira.*
Informes de la Construcción, 2-957, n.º 88, pág. 162-2



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS, ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS - ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO

F. E. B. (Great Britain) Limited

LONDRES MANCHESTER COPENHAGEN

Tem a honra de apresentar em Portugal, depois de criteriosamente ensaiados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, os seus famosos aditivos para cimento, que representam a mais avançada técnica em Construção Civil

"Febmix-Admix"-"Febtone"-"Febcrete Aea"-"Febspeed Plus"

FEBMIX-ADMIX

Introdutor de ar, ECONOMIZADOR DE CIMENTO e plastificante, para argamassas de rebocos, assentamento de tijolos e azulejos, muros de alvenaria, telhados, etc.

« . . . aumenta a resistência das argamassas permitindo utilizar traços mais pobres . . .
. . . com a mesma resistência, menor risco de fissuração . . .
. . . não diminui o coeficiente de permeabilidade das argamassas».

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

« . . . Não hesitarei em continuar a aplicá-lo noutras obras». *René Touset*

« . . . dá economia para o empreiteiro. . . oferece melhores condições de trabalho» . . .

Sociedade Construções ERG, Ltd.ª

« . . . as características e as vantagens económicas, indicadas por V. Ex.as, são não só confirmadas como por vezes excedidas». *Martins & Guedes, Ld.ª*

« . . . tanto técnica como econòmicamente têm correspondido plenamente aos fins em vista . . . ».

Ângelo Ramalheira

FEBCRETE AEA

Introdutor de ar para betões, conferindo maior resistência e melhor compactação. Evita os «chôchos», vazios e fendas. Economiza cimento e dá maior rendimento de trabalho.

« . . . aumenta as resistências dos betões, tanto mais quanto maior for a quantidade de produto . . .
. . . permite economizar cimento . . . ».

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

«as mesmas conclusões que para o FEBMIX ADMIX».

Martins & Guedes, Ld.ª

«idem, idem».

Ângelo G. Ramalheira

FEBTONE

Cores super-permanentes e inalteráveis pelo tempo para argamassas e betões.
Confere maior resistência, impermeabiliza e permite maior trabalhabilidade e economia.
NUMA SÓ OPERAÇÃO : — Reboco, impermeabilização e pintura ! ! !

« . . . aumenta de maneira notável a resistência à compressão . . .
. . . a resistência à flexão é também aumentada, em menor percentagem . . .
O FEBTONE resiste bem à acção dos agentes atmosféricos mantendo uma cor inalterável». *Laboratório Nacional de Engenharia Civil*

« . . . aplicado em parte duma frente dum edifício deu coloração perfeita, sem manchas, apresentando-se ainda hoje com a mesma tonalidade (verde) apesar de estar **sujeita à acção do mar** e sem as fendas que geralmente se vêem passados alguns meses . . . » *Soc. Construções ERG, Ltd.ª*

FEBSPEED e FEBSPEED PLUS

Impermeabilizantes perfeitos em todas as condições de trabalho! Acelerador de presa, rapidíssimo, mesmo sob água a alta pressão! Presa em 2 minutos!!

« . . . Coeficiente de permeabilidade de betões de 300 Kgs de cimento por m^3 a 28 dias de idade : —

Betões simples $K = 3{,}2 \times 10^{-6}$ cm h^{-1}
Com adição de Febspeed Plus $K = 0{,}21 \times 10^{-6}$ cm h^{-1}
(continua em estudo)

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

« . . . o produto permitiu segundo o nosso processo de fabrico, utilizar as peças depois de moldadas, sem risco, principalmente quando, como agora, as condições climatéricas não ajudam.
« . . . trouxe-me a solução dum problema, uma vez que a rapidez de presa do FEBSPEED me permite empilhar as peças, agora, sem receio . . . » *GRACIFER*
a) *F. Arnaud*

« . . . as mesmas conclusões que para o FEBMIX ADMIX e FEBCRETE AEA . . . »
Martins & Guedes, Ltd.ª

« . . . aplicado num reservatório em betão armado para água, garantiu uma perfeita estanquicidade, aumentando consideràvelmente a resistência do cimento e apressando simultâneamente a presa da mesma . . . »
Soc. Construções ERG, Ltd.ª

Os aditivos FEB foram oficialmente aprovados, em Inglaterra, para as obras do Estado e das Câmaras Municipais

Para todos os esclarecimentos e estudos técnicos, venda e trabalhos de aplicação destes aditivos:

REPRESENTAÇÕES DOMOTÉCNICA, L.DA
Rua do Sol ao Rato, 108 — LISBOA • Telef. 68 41 65

Outros aditivos FEB a introduzir brevemente :
FEBSEAL FEBCO FEBCURE FEBFLEX FEBFIX FEBFLOW
Rigorosamente estudados para cada fim.

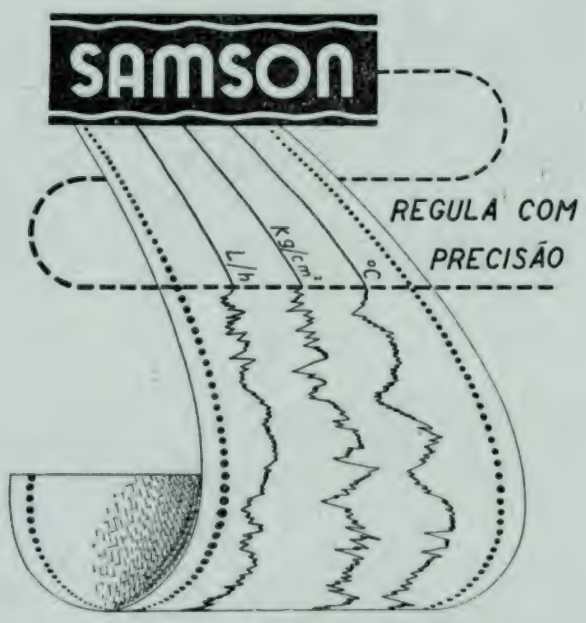
Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE TACOS DE MADEIRA

FABRICA EM SACAVÉM

TELEF. { 73 01 56 (4 linhas)

TELEG. EPALDA—LISBOA



TEMPERATURA, PRESSÃO E DÉBITOS
PARA VAPOR, ÁGUA, AR, ÓLEO E OUTROS FLUIDOS

BOUHON & IRMÃO, LTD.

EM LISBOA: Av. Júlio Diniz, 26, r/c Esq.
Telef.: 77 36 03, 77 86 85
NO PORTO: Rua Antero do Quental, 615
Telef. 4 0118 — 4 0119

MATERIAL ELÉCTRICO

para instalações de alta e baixa tensão

•

ESPECIALIDADES **GARDY:**

Corta-circuitos e cartuchos de alto poder de corte
Disjuntores para força motriz e iluminação
Disjuntores de calibres variáveis
Disjuntores MINIHUILLE, até 35 kV
Dispositivos de corte em carga para seccionadores, etc.

REPRESENTANTE:

ANTÓNIO BARÓ

Rua da Assunção, 99-2.º-Dt.º

LISBOA

SINCRONISMO

TENSÃO • CORRENTE

FACTOR DE POTENCIA

Aparelhos de alta qualidade para

MEDIDAS ELECTRICAS

PARA A INDÚSTRIA
LABORATÓRIOS E ENSINO

INDUSTRIA NACIONAL

SOC. ELECTROM LDA

Soc. **electrom** Lda.

Largo de S. Carlos, 8 - 2.°

POTENCIA • FREQUENCIA

Sociedade de Pesquisas, Captações de Água e Transportes, L.da

SEDE-LISBOA
ESCRITÓRIO:
Rua do Arsenal, nº146-2º TEL-34010
ARMAZÉM:
Rua Pereira Henriques, nº58 TEL-39238

DELEGAÇÃO
AVEIRO
Rua Visconde da Granja, nº10
ARMAZÉM:
Estrada de Cacia

DUPLICADORES

Manuais e eléctricos.

Gestetner

OS MELHORES DO MUNDO

A GESTETNER, L.DA

RUA DA CONCEIÇÃO, 125 Telefone 2 2628 - LISBOA | LARGO DO PADRÃO, 20, 1.° Telefone 2 3469 - PORTO

Oficina e Laboratórios

do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO de ELECTROTECNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

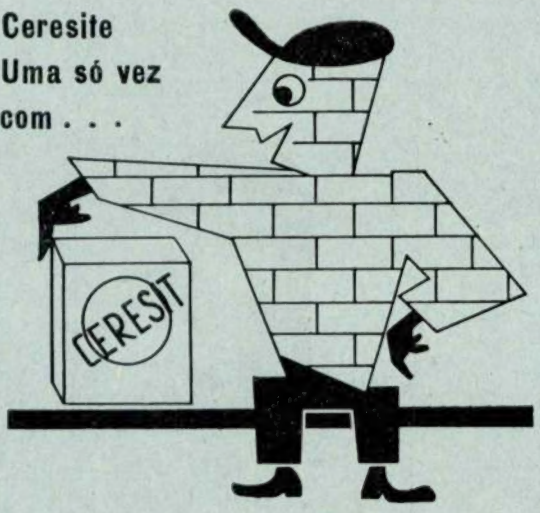
LISBOA

Telefone 26572

Ceresite

Uma só vez

com . . .



Um produto alemão de W. B. W.

Há mais de 50 anos **CERESIT** tem criado tradições em todo o mundo.

Custo do **CERESIT** por m² de reboco com 1 cm:

CERESIT líquido 150 gr . . . 2$20
CERESIT pó 80 gr . . . 1$80

Porto: F. MOREIRA ENES — R. Passos Manuel, 40

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL
SERVIÇO DE ESTUDO E ENSAIO DE MATERIAIS
SECÇÃO DE AGLOMERANTES E BETÕES

722131/7

VISTO
Pel'O Eng. Director

Proc. n.º 187/III
Admissão n.º —
Boletim n.º 8771

Entidade requisitante F. Moreira Enes
Referência _____ Ofício n.º _____ Requerimento, de __/__/__
Obra _____
Material Aditivo para argamassas Marca Ceresit
Identificação _____ Data de entrada __/__/__
Ensaio pago por requerente Recibo n.º ___ de __/__/__

RESULTADOS DOS ENSAIOS

Coeficientes de permeabilidade de argamassas fabricadas com Ceresit líquido e Ceresit pó

Traços em volume	Aditivo	Coeficiente de permeabilidade em h^{-1}
1:1	-	$2,18 \times 10^{-7}$
	Ceresit pó	$4,85 \times 10^{-7}$
	Ceresit líquido	$1,78 \times 10^{-7}$
1:3	-	$34,56 \times 10^{-5}$
	Ceresit pó	$10,54 \times 10^{-5}$
	Ceresit líquido	$5,12 \times 10^{-5}$
1:5	-	$99,24 \times 10^{-5}$
	Ceresit pó	$95,65 \times 10^{-5}$
	Ceresit líquido	sem ensaio

Obs. Dos ensaios realizados conclui-se que o Ceresit líquido é um impermeabilizante bastante eficaz que permite uma redução apreciável do coeficiente de permeabilidade das argamassas.

Lisboa, 13 de Dezembro de 1957

O Eng. Chefe de Serviço — O Eng. Chefe de Secção

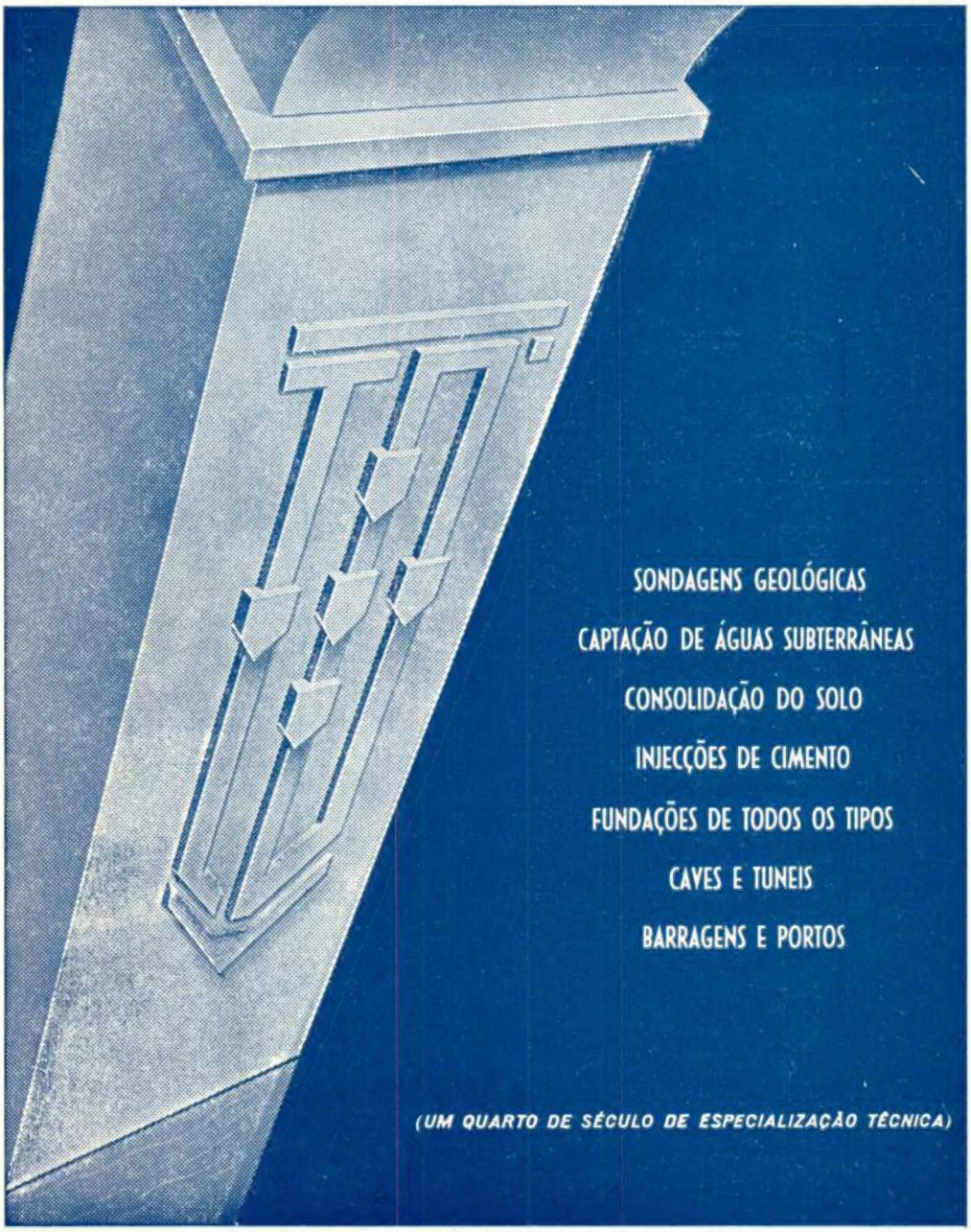
Lisboa: SERAFIM RAMOS, LDA. — Cais do Tojo, 71

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

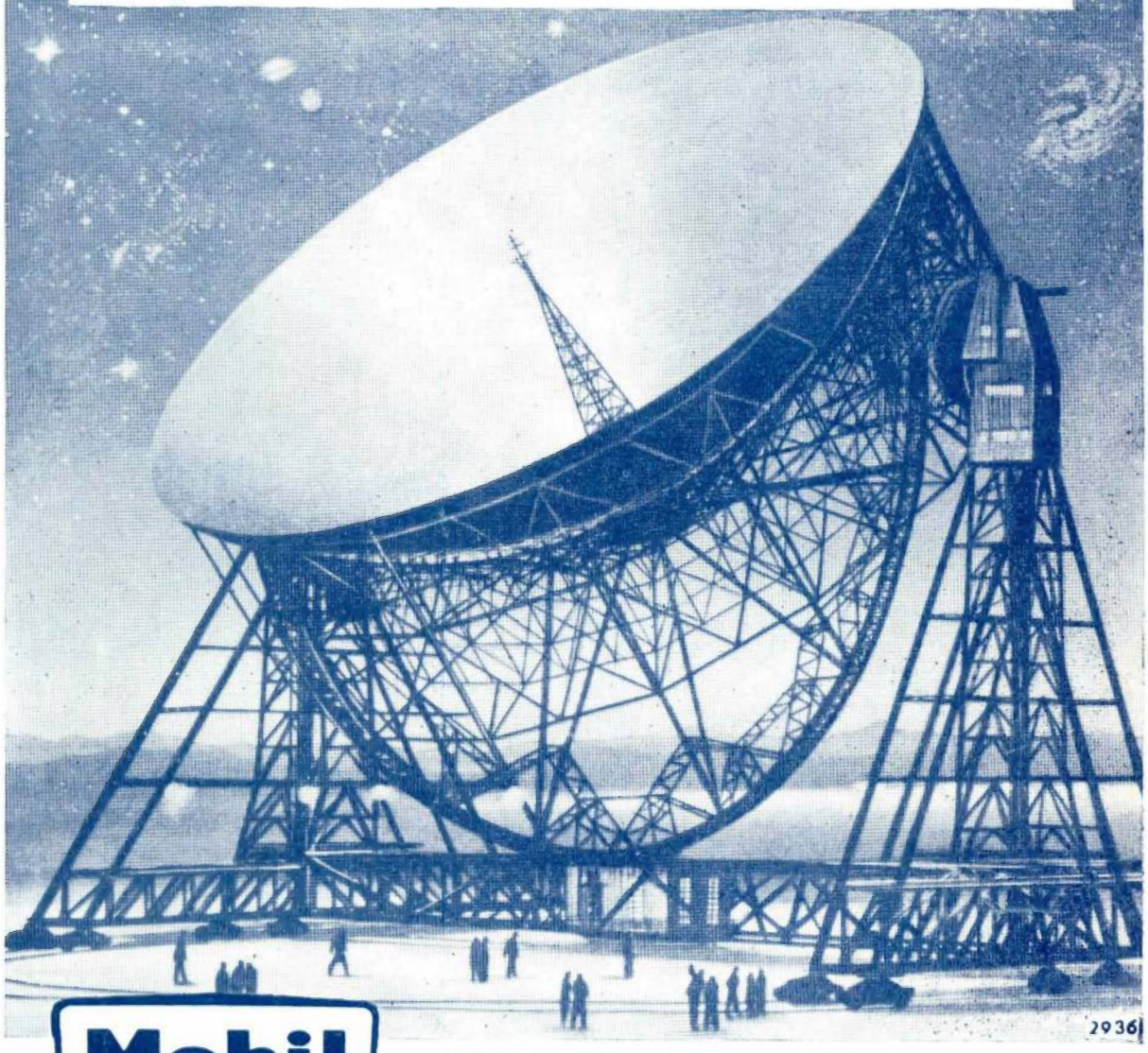
PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.°
TELEF. 3 2774

LISBOA



"OUVIDO" do Universo!

Nas planícies de Cheshire, Inglaterra, ergue-se uma construção imponente e audaciosa — o maior Rádio-Telescópio do mundo. Com este «ouvido» electrónico os cientistas poderão escutar as ondas de rádio provenientes de fontes colocadas a distâncias superiores a um bilião de anos-luz... o limite conhecido do Universo. Sete vezes mais potente do que qualquer telescópio óptico, este novo instrumento tem 90 metros de altura e pesa 1.800 toneladas. O seu reflector parabólico de 750 toneladas está assente em duas torres gémeas, ao passo que o conjunto roda sobre carris circulares. Para assegurar a esta maravilha do mundo moderno um movimento delicado e preciso a fim de que possa seguir automàticamente os corpos celestes, todos os seus orgãos móveis estão protegidos pelos lubrificantes **Mobil**, famosos em todo o mundo.



Mobil

EXIJA LUBRIFICANTES MOBIL, O PRIMEIRO PASSO PARA UMA PRODUÇÃO ECONÓMICA

MOBIL OIL PORTUGUESA